

ИРИТЕЛ

ОПТИЧКИ СИСТЕМИ ПРЕНОСА



26.октобар 2023.

САДРЖАЈ

ОСП ресурси и достигнућа

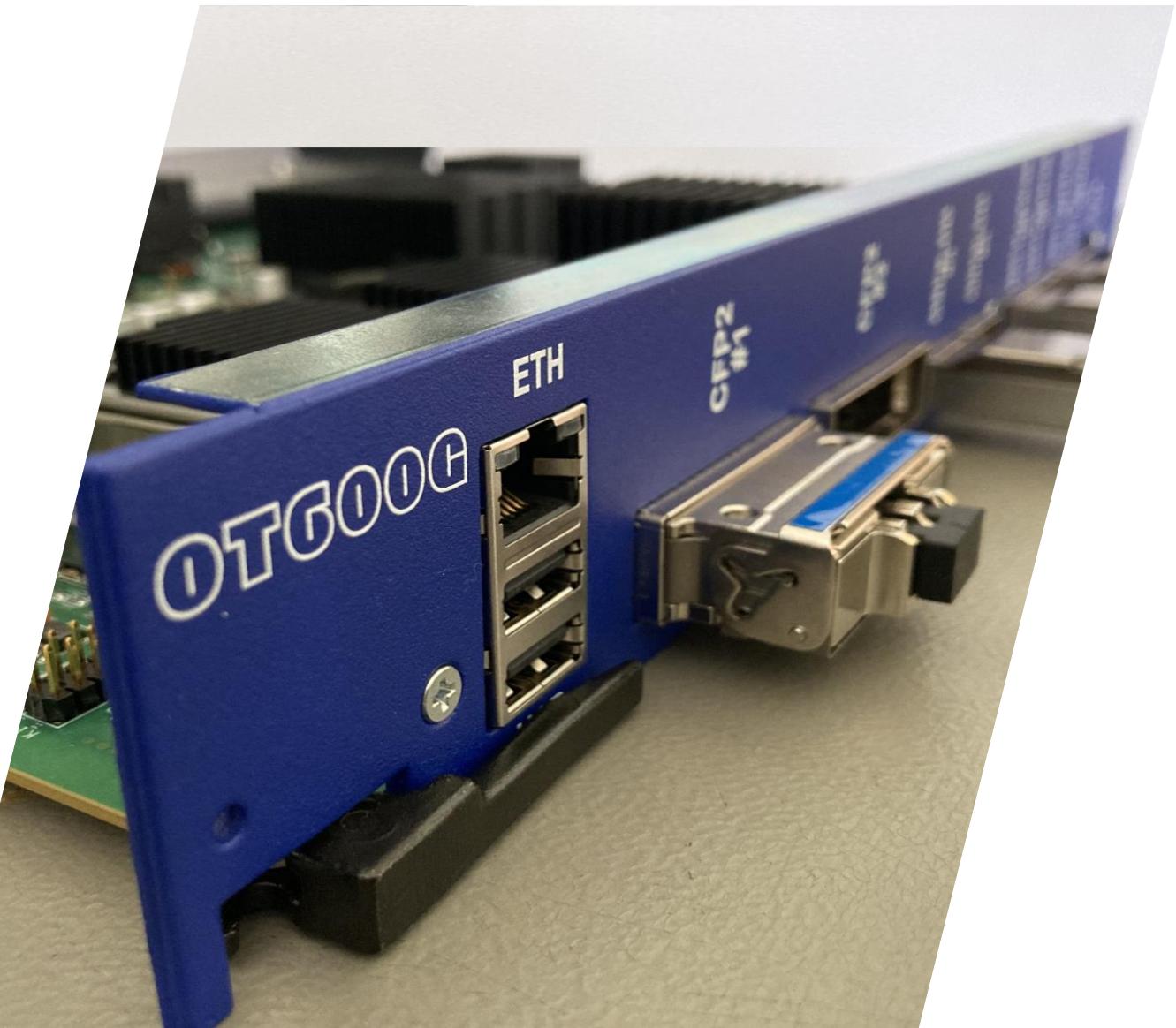
ОТР600G Ирител

OT600G

ROADM

Примена

САДРЖАЈ 2 - ДЕО



Предавање по позиву

Практични аспекти примене

Техничке карактеристике

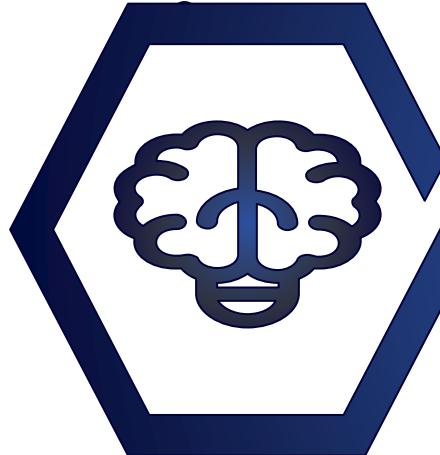
FlexO

клијенти на плочи

OT600G интерфејси

Енкрипција

НМС СУНЦЕ



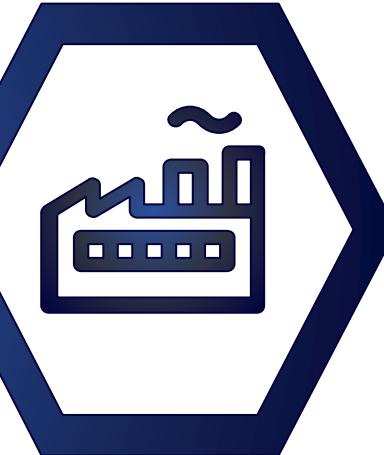
Идеја
Know-how
Сопствени R&D



Преко 10.000
инсталираних
мрежних елемената
код наших купаца
који нам верују



Сопствени
EMS/NMS
софтвер Сунце
Техничка подршка



Сопствена производња и дизајн
Assembly of Electronic Devices (SMT)
Сопствена тест опрема
Сопствени развој и планирање
Брза испорука за подршку малих оператора
Резервни делови у Ирителу



Нови захтеви
ИЗАЗОВ



РЕШЕЊЕ



РЕЗУЛТАТ

Наш главни ресурс су људи и њихово знање

Произвођачи оптичких система преноса - данас

CISCO

ciena

Infinera

ribbon

ADTRAN

NOOKIA
ekinops

IRITEL

HUAWEI

ZTE

FiberHome

FUJITSU

Ирител

- једна од малобројних компанија са сопственим развојем и производњом, која се бави и планирањем и пуштањем у рад мрежа које расту како расту захтеви корисника
- 55 година искуства у дигиталним телекомуникацијама и системима преноса
- тим инжињера са искуством од $2Mbps$ до $25.6Tbps$
- 24/7 техичка подршка
- поуздан партнери са поузданим уређајима

Acquired

tellabs

2014

transmode

2015

cyan

2015

bti

2016

MRV

2017

Coriant

2018

ECI

2019

ADVA

2022

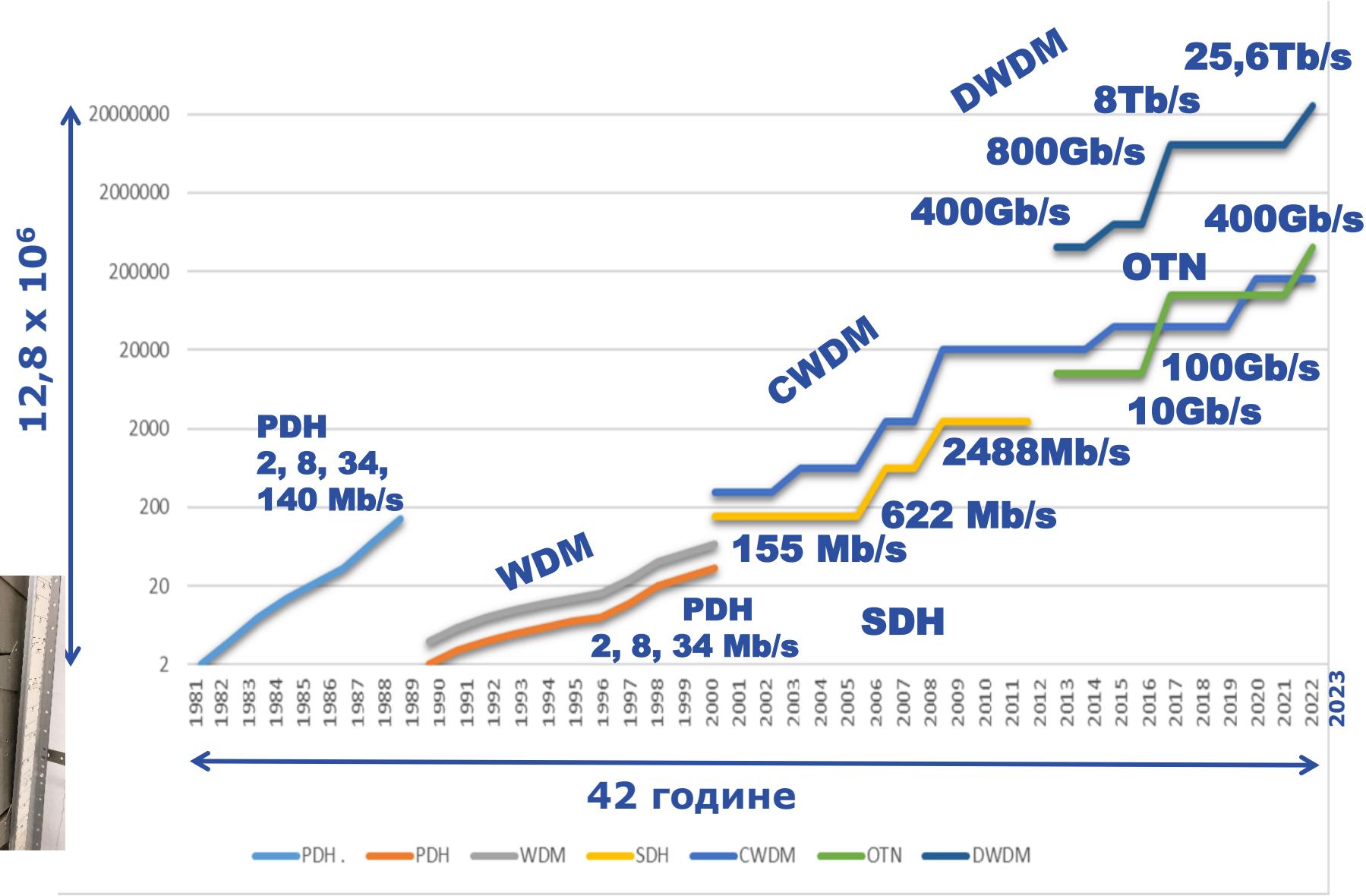
IRITEL

Еволуција оптичких система преноса у Ирителу

Како смо дошли до
25.6Tb/s?

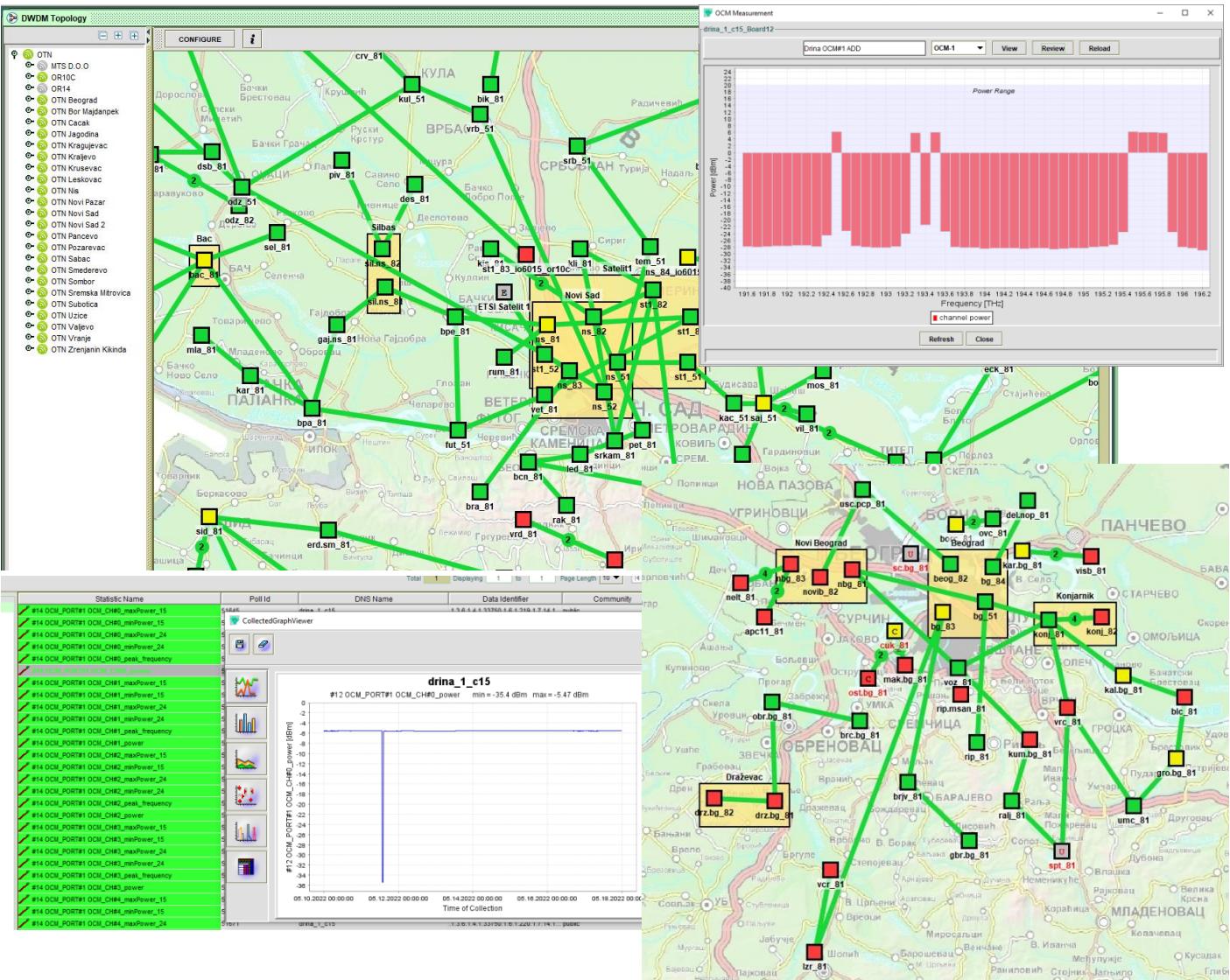
Захваљујући Вашем
погрешењу и шанси!
Хвала!

Пример:
нови и
25 год.стар
уређај на
истој
локацији –
2022.



Шта смо све постигли

- Развијамо и производимо
- Повезали смо државе, градове, места, фирме, дата центре, банке, игрице, концерте...
- С поносом смо инсталirали опрему по целој нашој земљи и повезали смо догађаје и људе помоћу најсавременијих уређаја и технологија да би им посао био лакши а живот забавнији
- Направили смо путеве по којима се стиже од Хоргоша до Прешева за 2,5ms
- Створили смо сјајне везе које чине путеви капацитета 25,6Tb/s и са 96 трака





Препознат од стране Иновационог фонда

Резултат сарадње науке и привреде

- Пројекат IF IF50386
- Назив пројекта:

A new OTN/ROADM Optical Platform for 5G Networks

- Са поносом приводимо пројекат крају у дефинисаним роковима
- Резултат пројекта је нови производ на тржишту
- Произведен у Србији
- Комерцијализован

САДРЖАЈ

ОСП ресурси и достигнућа

ОТР600G Ирител

ОТ600G

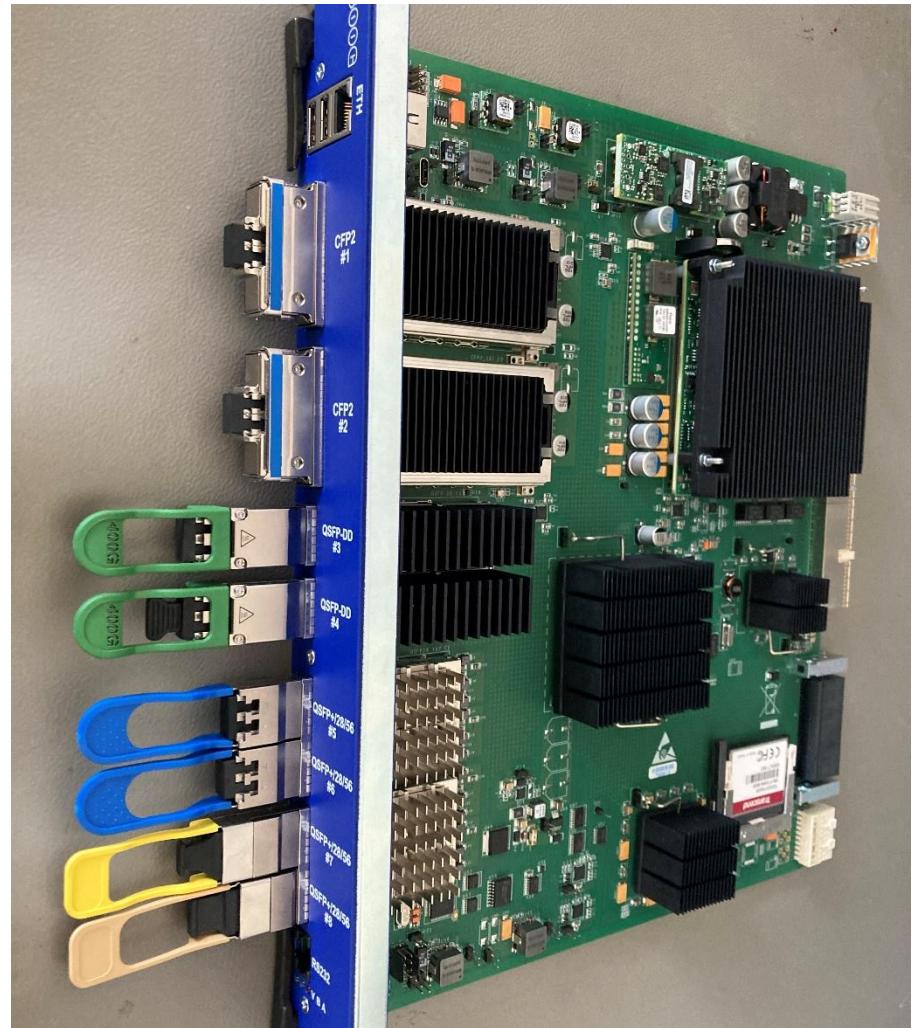
ROADM

Примена



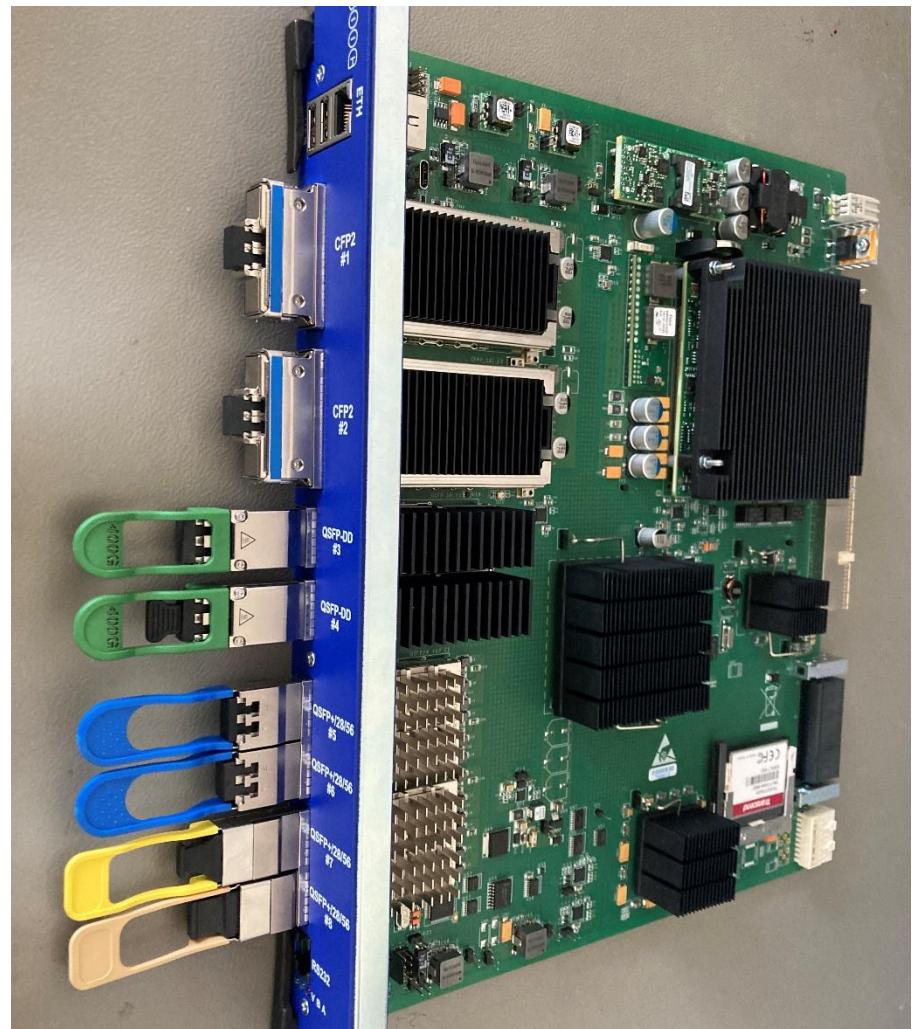
Изазови на које смо одговарали

- Да уређај одговори захтевима 5Г мрежа
- Креирали смо **аутопутеве великих брзина** –
Xponders са *Optical Transport Network* протоколима
(са линијама од $2,7\text{Gbps}$ до 600Gbps) и агрегацијом клијената
различитих протокола и брзина од 100M до 400G
(Ethernet - FE, GE, 10GE, 25GE, 50GE, 100GE, 200GE, 400GE, FlexE;
Fibre Channel up to FC32G; SDH STM-1/4/16/64; OTN, ...)
- **Најазимо пут** до жељене дестинације –
Дистрибуиране OTN матрице проспајања
- **Софтверско усмеравање оптичких канала** –
flexgrid ROADM до 20. степена
- Аутопутеви са **великим бројем трака** (до 96) –
DWDM мултиплексирање
- Можемо да премостимо **велика растојања** –
EDFA и RAMAN оптички појачавачи
- **Велике брзине** којима сви путују - До $25,6\text{Tbps}$
- **Заштитили** смо пренос – L1 AES256 енкрипција са малим кашњењем
- **Заштитили** смо путеве – заштитно пребацивање сервиса до 50ms
- **Пратимо** стање мреже **у реалном времену** – NMS СУНЦЕ

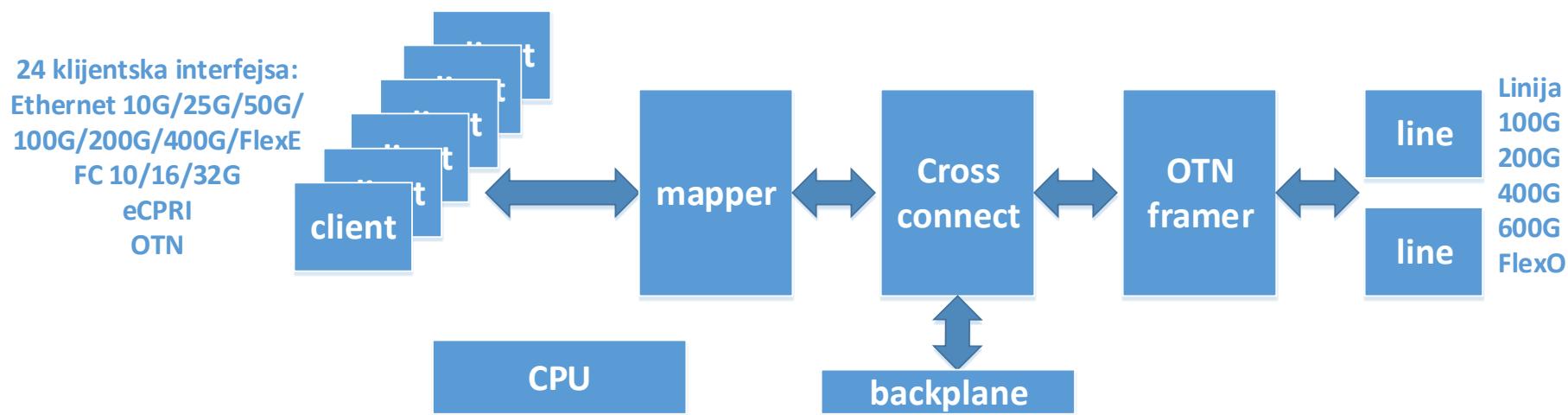


OT600G

- Switchponder креиран за максималне капацитете, флексибилност и скалабилност
- Омогућава мултиплексирање саобраћаја капацитета за капацитете преко 100Gb/s и у таласне дужине до 400Gb/s
- Направљена на бази технологија последњих генерација
- Подржава OTN препоруке најновијих генерација
- Креирају се оптички линкови на ефикасан начин
- Решење за сервисе од 10Г до 400Г
- У комбинацији са OT10G јединицама – нудимо уређај који нуди сервисе од 100M до 400Г у различитим технологијама
- Оптимално решење за мреже нових генерација
- Може се користити и у постојећим DWDM мрежама!



Капацитети OT600G јединице



Клијентски интерфејси: до капацитета 600G

- до 24 x 10GbE
- до 24 x 25GbE
- до 12 x 50GbE
- до 6 x 100GbE
- до 3 x 200GbE
- до 1 x 400GbE
- FlexE до 600G
- до 24 x FC16G
- до 12 x FC32G
- eCPRI

Линијски интерфејси:

- до капацитета 600G
- до 12x OTU2/OTU2e
 - до 6x OTU4
 - до 6x OTUCn ($n=1$ до 6)
 - FlexO

Решење за дилеме у метро мрежама

400G
FlexE

Одговорили смо на

- Повећање захтева заprotoцима са ефикасним транспортом мрежом
- 5Г изазове и новим сервисима
- Захтевим за кохерентим оптичким каналима у метро и агрегационим мрежама са protoцима преко 100Г
- Подржани су 400ZR, OpenROADM и OpenZR+ - Interworking са другим вендорима на нивоу DWDM линијског сигнала

Али смо повели рачуна и о

- Да имамо сервисе који су мањи од 100Г
- Да имамо постојеће мреже које и даље раде и које постају клијентски сервис у новим мрежама
- Да постоје бизнис корисници који се држе принципа pay-as-you-grow

10GE 25GE 100GE
FC16G FC32G
OTU2 OTU4 mhx

Принципи понуђеног решења

OTN матрица проспајања ради
ефикаснијег коришћења
ресурса и капацитета

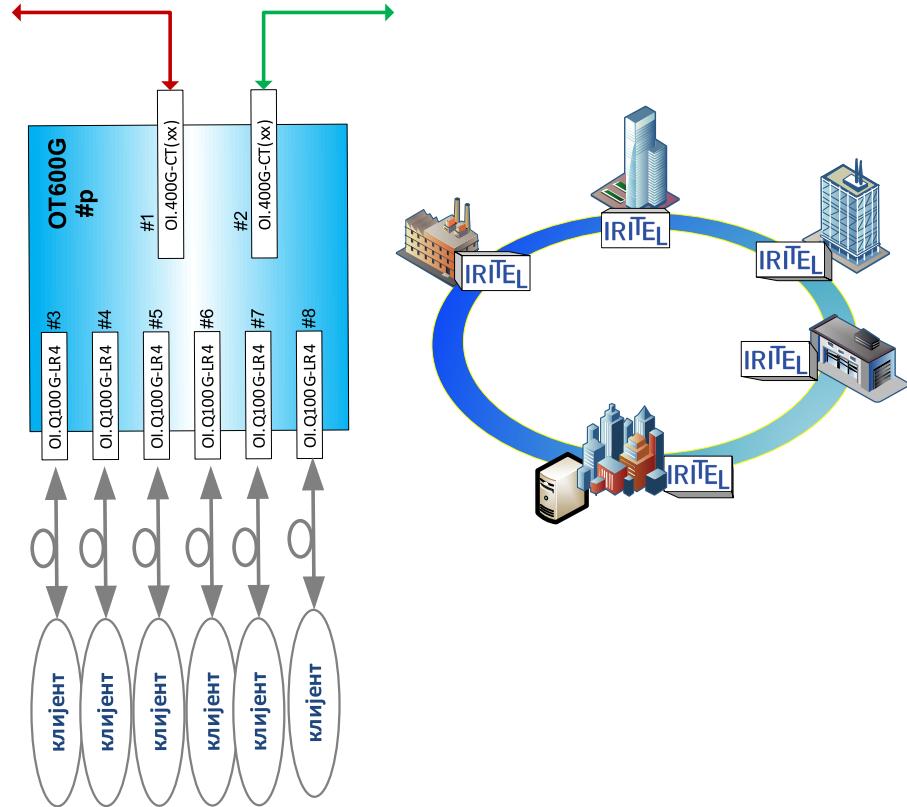


Подржавамо протоке од 10Г до 400Г
Различити типови интерфејса

Плоча има функционалности

- DWDM muxponder
- DWDM transponder
- Add/Drop Multiplexer
- OTN crossconnect са повезивањем преко задње плоче

Универзална јединица коју
је могуће користити у свим
типовима подрамова



AddDrop Multiplexer

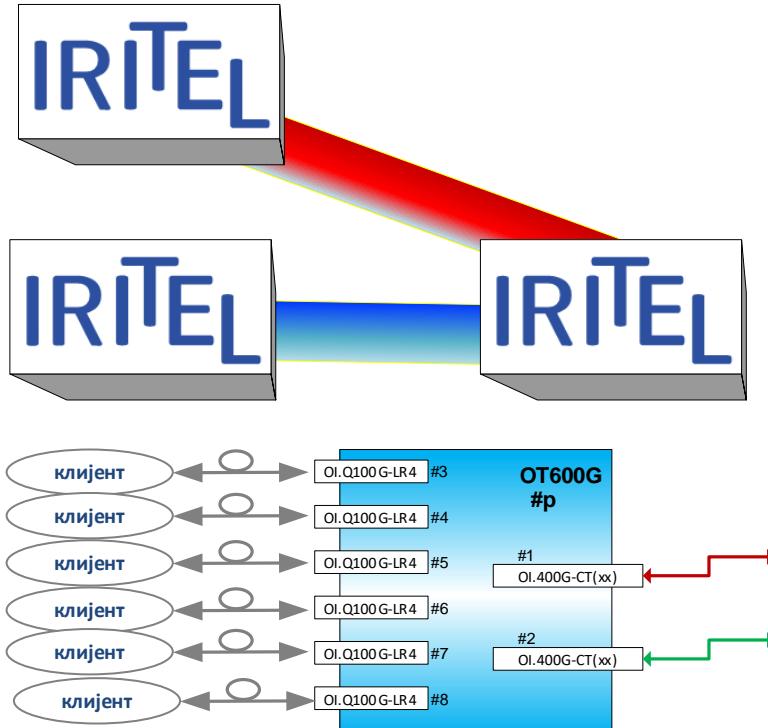
Клијенти се мапирају и мултиплексирају у једну или две или више линијских OTUCn (тјунираних у flexgrid DWDM канале)

Капацитети OTUCn линија се деле са више мрежних елемената који праве прстен

Примена: метро раван, заштита пута, у већим мрежама инвестира се онолико колико мрежни капацитети расту

Користимо и у апликацијама када је саобраћајни захтеви мењају и када са више локација можемо да напунимо капацитет оптичких канала... Често у ранијим фазама градње мреже

Конфигурисање јединице у мрежама као MUXPONDER



MUXPONDER

Клијенти се мапирају и мултиплексирају у једну или две или више линијских OTUCn (тјунираних у flexgrid DWDM канале)

Са или без заштите

Са или без енкрипције

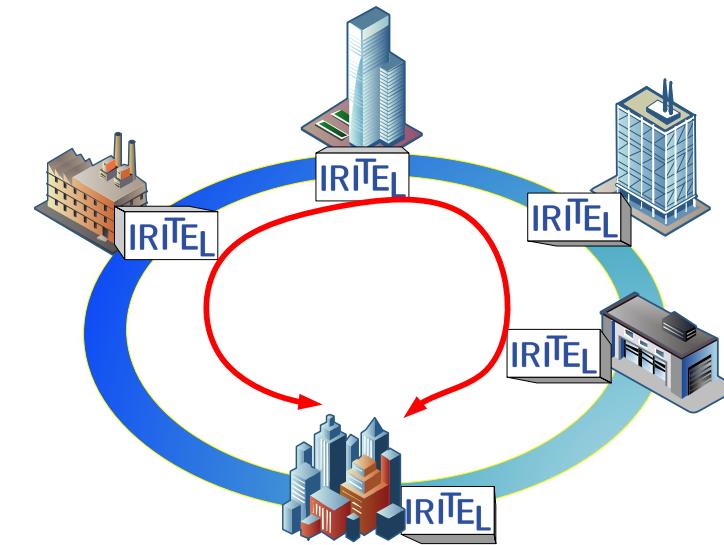
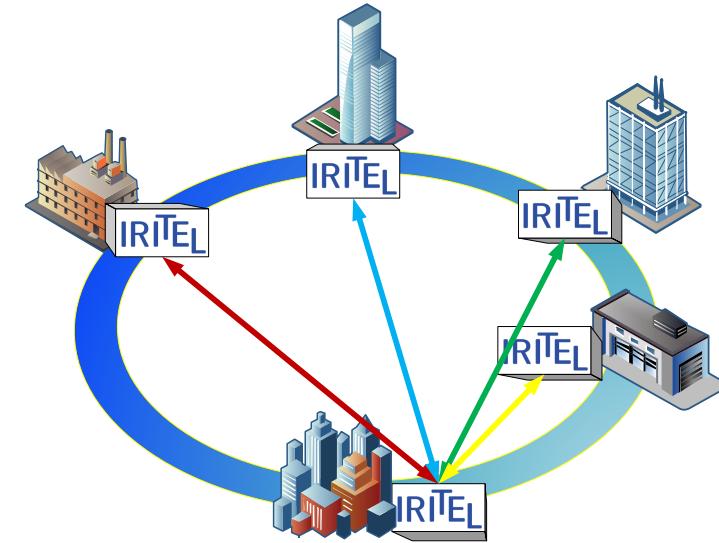
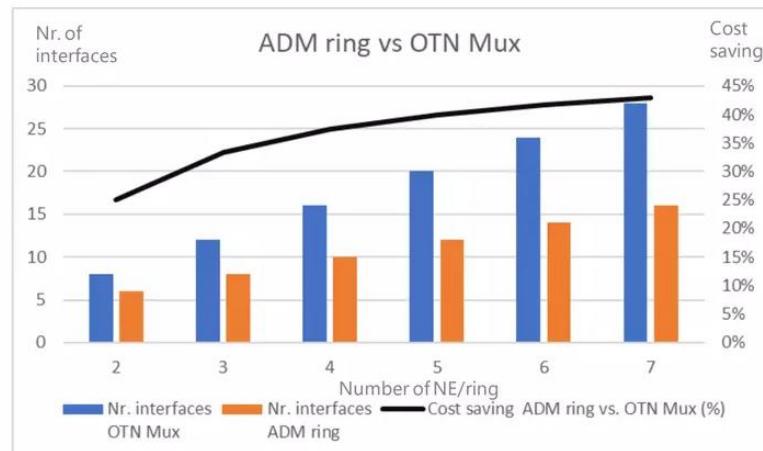
Примена: агрегациона раван, бизнис корисници, DCI

Када користимо

У апликацијама када је саобраћај статичан и када са локације имамо довољно сервиса да попуњавамо капацитет... Често у каснијим фазама градње мреже

MUXPONDER vs ADM

- OTN Muxponder – број оптичких канала директно пропорционалан броју локација
- ADM – једна таласна дужина се пуни
- pay-as-you-grow



OTN проспајање (crossconnect)

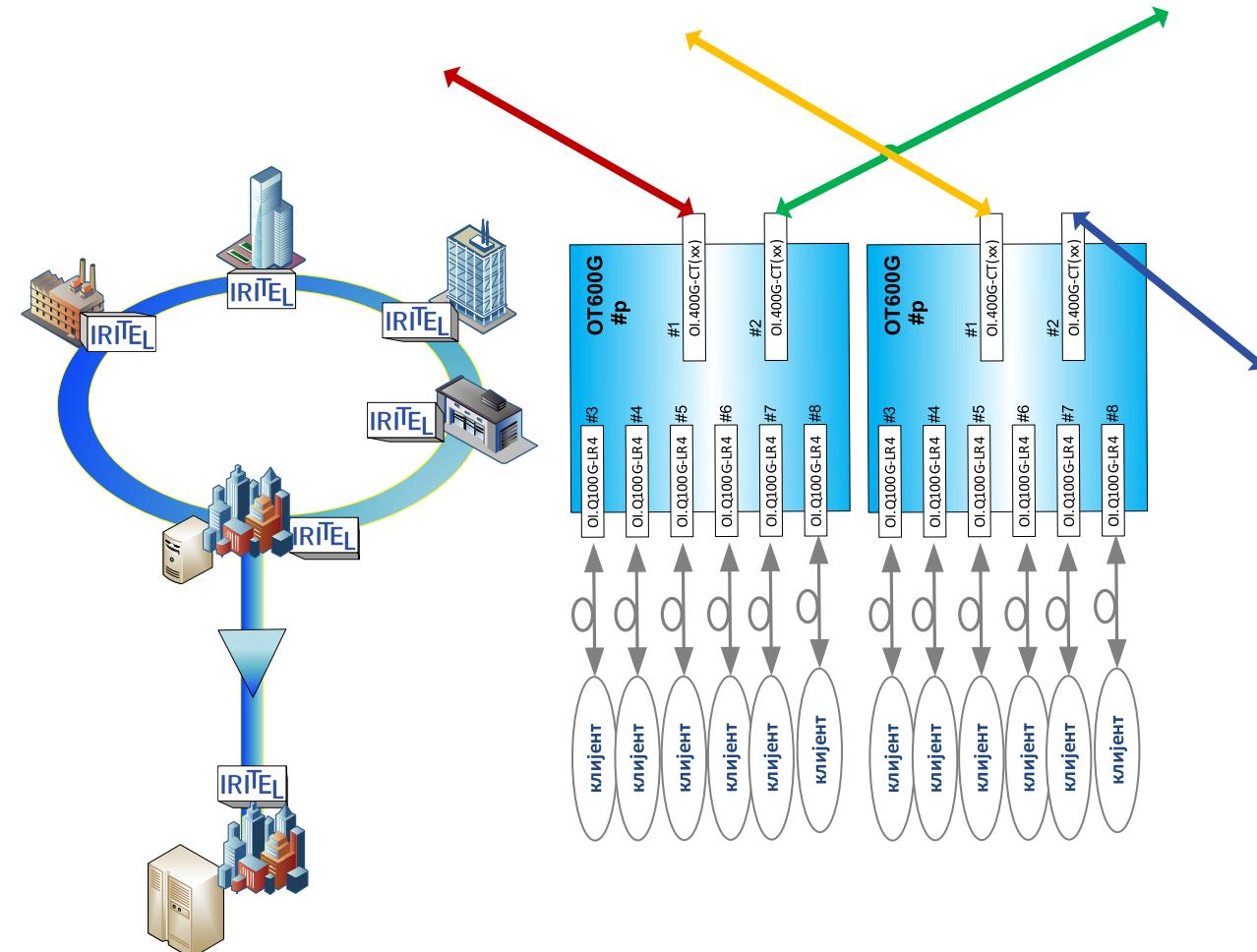
Проспајање на различитим нивоумा
мултиплексирање од ODU0 преко ODUflex до
ODUC6

Неблокирајућа матрица проспајања за две
суседне јединице 2.4T

Агрегациона целина за мреже ниже равни

Примена: метро и core раван, mesh

Користимо ово решење у местима где
спајамо више нивоа мрежа



Поређење капацитета уређаја – еволуција опреме

До 2T капацитета

- Решење са OT10G јединицама потребно је:

13 подрама смештених у 5 кабинета,

3 DWDM мултиплекса

Потрошња око 15kW

- Решење са OT100G јединицама потребно је:

3 подрама смештених у 1 кабинет,

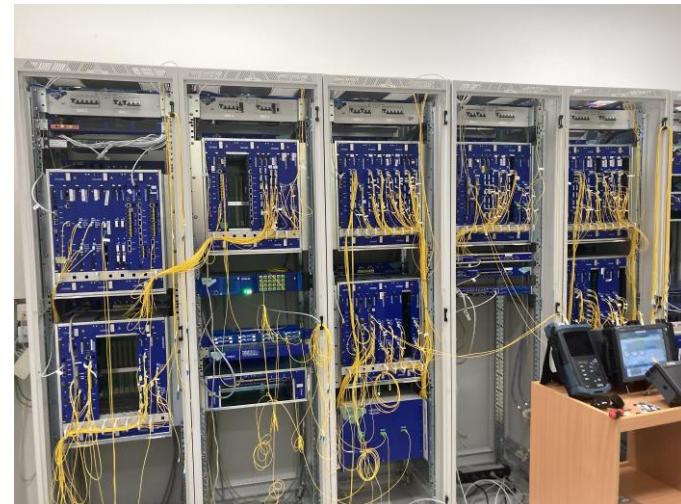
DWDM мултиплекс попуњен 25%

Потрошња око 3kW

- Решење са OT600G јединицама потребно је:

2 подрама 2RU,

Потрошња око 0,7kW



Еволуција у OTUCn и FlexO G.709

OTUCn – модуларна структура n x 100G* (105,258Gb/s)

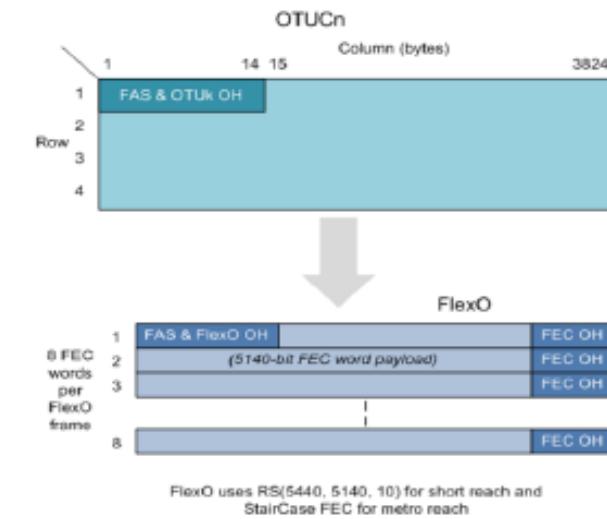
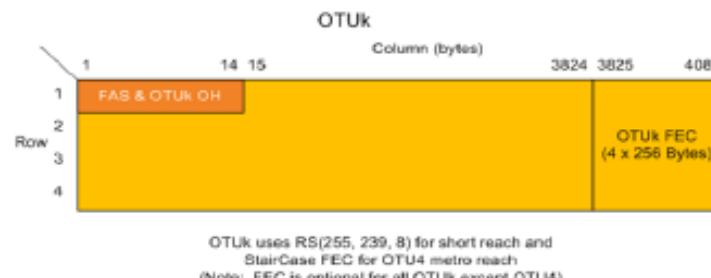
Креирана за протоке 200G, 300G, 400G, 500G, 600G, ...

у којима се омогућава пренос клијентских интерфејса 200GE, 400GE, FlexE, ...

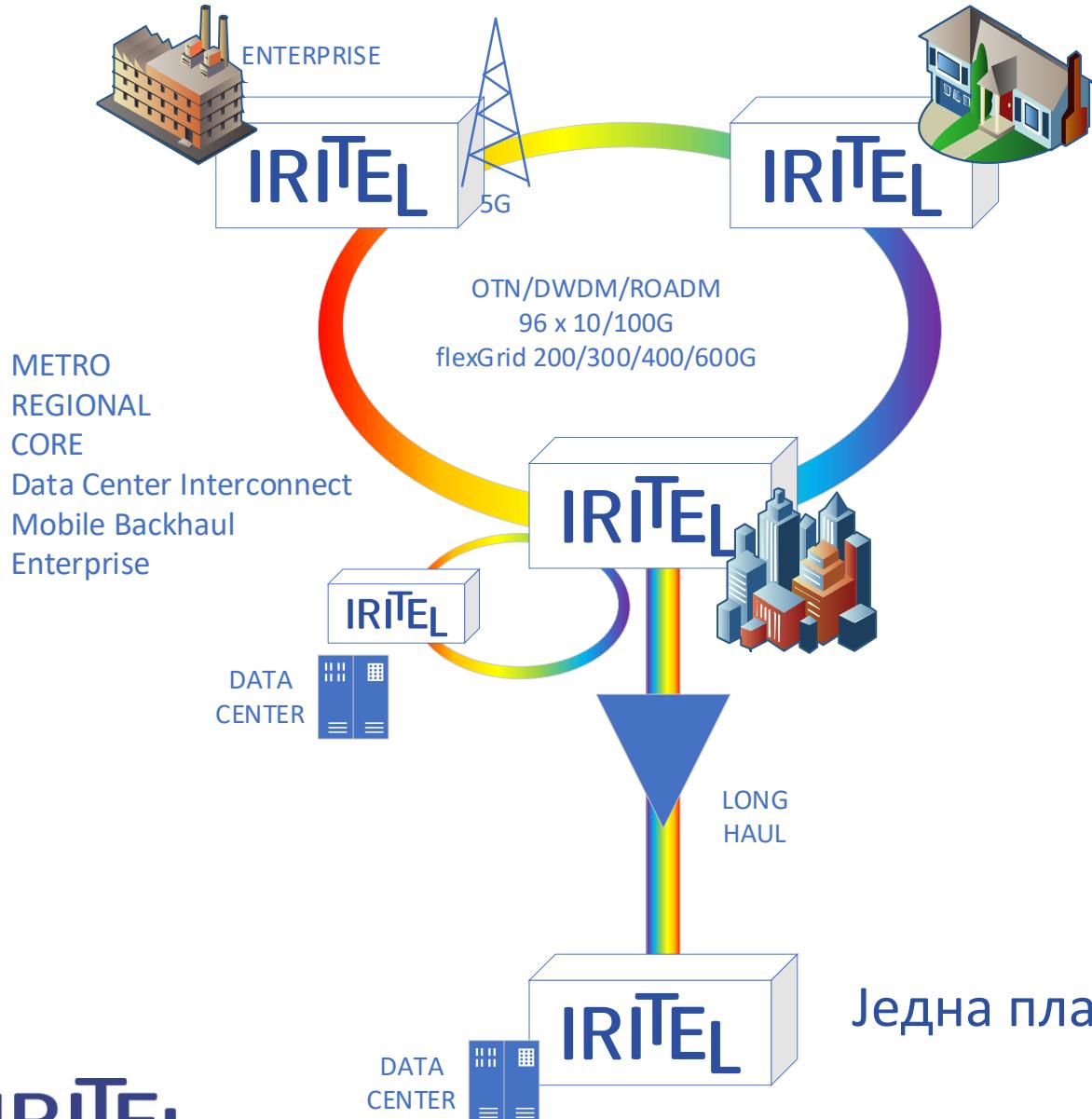
ITU G.709 дефинисао је RS(255,239,8бит) као основни FEC унутар OTUk

За OTUCn FEC је независан по раму

па је могуће употребљавати алгоритме који су оптимизовани за перформансе интерфејса (нпр RS(5440,5140,10бит) исти добитак као предходно наведени код али мањи оверхед, са применом у интерфејсима кратког домета)



Примена



- Транспортне мреже нове генерације, окосница ТК мрежа, мреже које подржавају 5G
- *Longhaul* мреже (за велика растојања)
- Метро и регионалне мреже
- Data Centre Interconnect – за повезивање ДЦ
- Мреже за повезивање унутар кампуса
- Мреже за телеком операторе
- Мреже специјалних корисника
- Мреже бизнис корисника

Једна платформа за више апликација и решења

OCP600G (OTPs-C1 + OT600G)

Компактно OTH решење

Висина 1RU, ширина 19" и ETSI

Функционалност OT600G јединице

Јединица преузима и функцију контролно-управљачке јединице

Капацитет уређаја

600G клијента

линија 600G

1,2Tb/s матрица проспајања

48V DC , опционо 220V AC

Примена: DCI, бизнис корисници, агрегациона и метро раван



OCP600G-C2

OCP600G-C2 (две OT600G јединице)

Компактно OTN решење

Висина 2RU

Функционалност OT600G јединице

Прва јединица преузима и функцију контролно-управљачке јединице

Капацитет уређаја

1,2Tb/s клијента

линија 1,2Tb/s

2,4Tb/s матрица проспајања

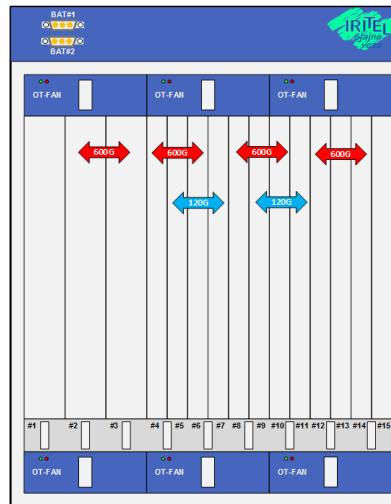
48V DC , опционо 220V AC

Примена: DCI, бизнис корисници, агрегациона раван, метро



OTP600G-C15

- Подрам са 15 позиција
- OTN/DWDM/ROADM решење
- Висина 13RU
- Повезивање више механичких модула у јединствени систем
- Капацитет уређаја
 - 4,8Tb/s клијента
 - линија 4,8Tb/s
 - дистрибуирана матрица проспајања
- Прихватава све OTN, појачавачке OMA, ROADM, DWDM јединице
- Удвојене вентилаторске јединице ради повећања поузданости
- 48V DC
- Примена: DCI, бизнис корисници, агрегациона раван, метро, *backhaul(core)*



OTNprotoци

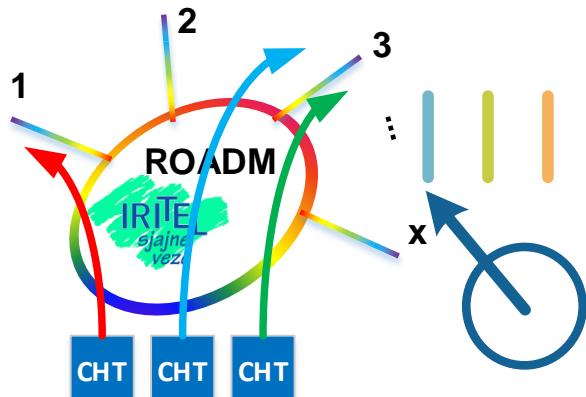
Klijentski interfejsi	ODUk protok [Gbit/s]	ODUk	OTU protok [Gbit/s]	OTU
STM-1, STM-4, FE, GE	0,155 52	ODU1.ts		
STM-1, STM-4, FE, GE	1,244 160	ODU0		
25GE, 50GE, 200GE, 400GE, FlexE, 16GFC, 32GFC 10GE, 25GE, 50GE, 100GE, FlexE 200GE, 400GE, FlexE	239/238 × client bit rate n × 1,25 TS s × 239/238 × 5,156 25	ODUflex (CBR) ODUflex (GFP) ODUflex (IMP)		
STM-16	239/237 × 2,488320	ODU1	2 , 666 057	OTU1
STM-64, 10GE, 8GFC	239/237 × 9,953280	ODU2	10 , 709 225	OTU2
10GE, 10GFC	239/237 × 10,3125	ODU2e	11 , 095 727	OTU2e
100GE	239/227 × 99,5328	ODU4	111 , 809 973	OTU4
200GE, 400GE, FlexE	n × 239/226 × 99,5328	ODUCn	n × 105 , 258 138	OTUCn

ROADM

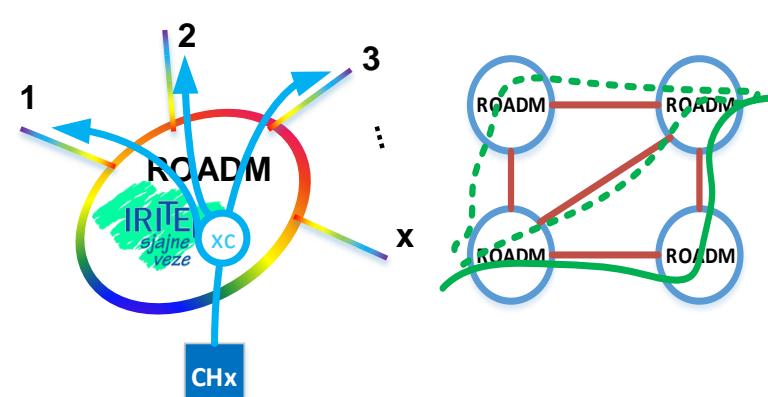
ROADM (*Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer*) омогућава софтверско (аутоматски или ручно) рутирање оптичких канала (таласних дужина) у OTN/DWDM мрежи.

ROADM је оптичка матрица проспајања (оптички свич, λ свич) на нивоу таласних дужина (*Layer 0*) са којом је могуће било коју таласну дужину (оптички канал, ламбду) преспојити на било који правац и/или терминирати у станици.

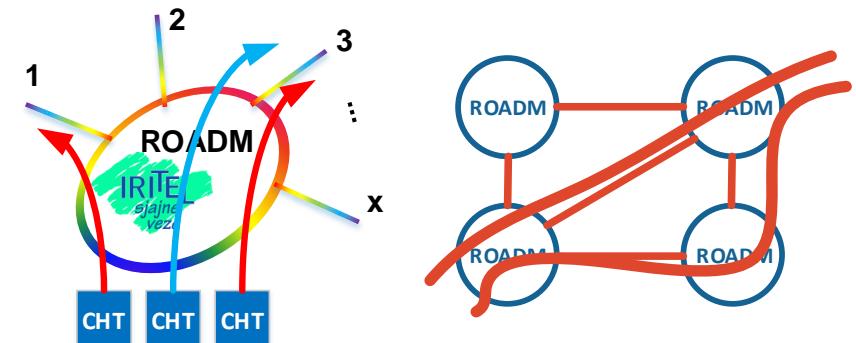
Colorless ROADM – омогућава да били који локални (*add/drop*) порт може да прихвати било коју таласну дужину чиме се постиже флексибилно усмеравање са *add/drop* стране било ког канала (боје, таласне дужине, λ) на било који порт помоћу софтвера, без интервенције техничара на терену



Directionless ROADM – омогућава флексибилно усмеравање било ког локалног (*add/drop*) канала (боје, таласне дужине, λ) на било који линијски правац. Нема ограничења у усмеравању канала са *add/drop* стране на било који линијски правац и не захтева физичку реконекцију линијских влакана. Ова опција је погодна за функције поновног успостављања и рутирања канала

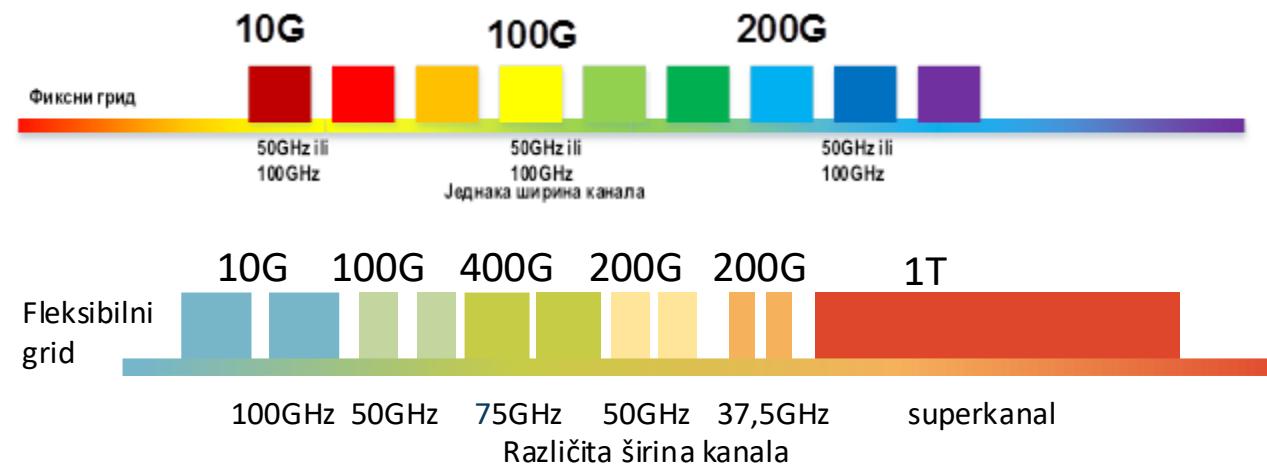


Contentionless ROADM – омогућава локално терминирање више истих таласних дужина (боје, λ) у станици са различитих линијских праваца. Ова опција елиминише проблем сударања две или више идентичних λ у ROADM елементу



FlexGrid

FlexGrid – омогућава флексибилно креирање ширина оптичких канала у спектру (мултиплексу) и рутирање истих у мрежи. Подршка за *FlexGrid* постаје исто потреба због нових техника модулација које захтевају шире канале од оних дефинисаних фикним *grid*-ом. DWDM мреже са фиксним *grid* користе размак између канала од 50GHz или 100GHz. Флексибилни грид омогућава креирање канала са ширином од 37,5GHz са гранулацијом од 6,25GHz.



ФУНКЦИОНАЛНОСТИ РОАДМ

Природно проширење на 40λ (40λ или 80λ или флексгрид)

Савремени, флексибилно, економично решење

Најсавременија решења

Једноставније и јефтиније одржавање мреже

Брзо успостављање нових λ ,

брзо конфигурисање мреже помоћу НМС Сунце при додавању нових сервиса

без ограничења капацитета у погледу броја канала

При пуштању у рад посета само у крајњим тачкама

Једноставнији упгрејд мреже

Повећање расположивости сервиса 99,999%

Флексибилност мреже у погледу рутирања оптичких канала

Брза реконфигурација λ , динамичка промена конекција и путања

Аутоматска заштита λ сервиса у мрежи (2 прекида – 3 правца и више) – паметан уређај

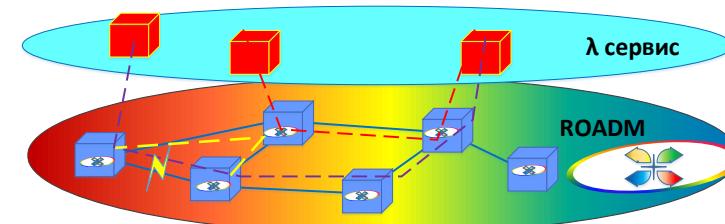
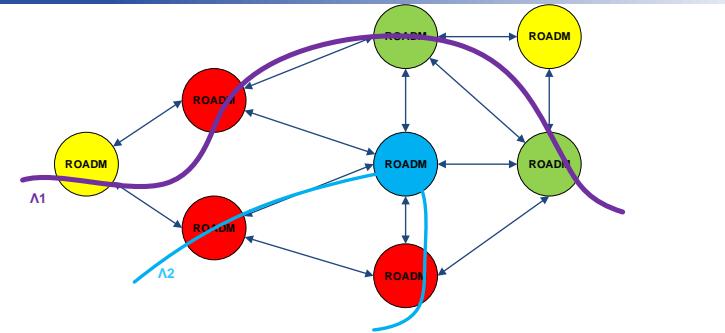
λ сервис за кориснике – “Алиен λ ”

Мања потрошња

Изградња РОАДМ мреже је модуларна

У зависности од конфигурације могуће је реализовати различите архитектуре ROADM: Colorless, Directionless, Contentionless, FlexGrid - **CDC-F ROADM**,

које обезбеђују флексибилност и једноставност у раду.



Примена – NGC, backbone

Флексибилна транспортна мрежа са оптичким преспајањем (РОАДМ) и електричним проспајањем ОТН.

Било која комплексност, редудантност...

Управљање и надзор мреже

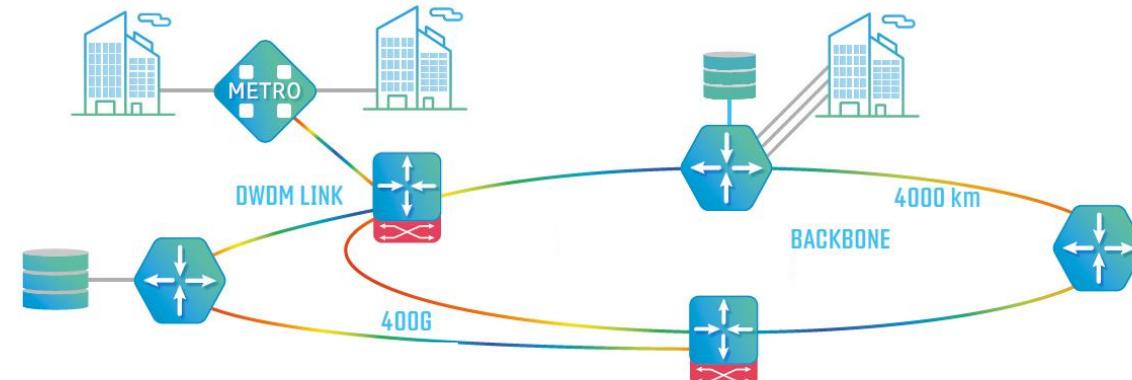
Брзине протока од 100Г до 600Г , линија 25,6Tb/s

Уређаји су ефикасни за коришћење на кратким дometима и за велика растојања...

Димензионисање мреже на територији Србије без регенераторских секција

Оптималан и ефикасан дизајн оптичких мрежа са инвестицијама корак по корак у складу са потребама

Кохерентна РОАДМ мрежа



Примена – Метро мреже

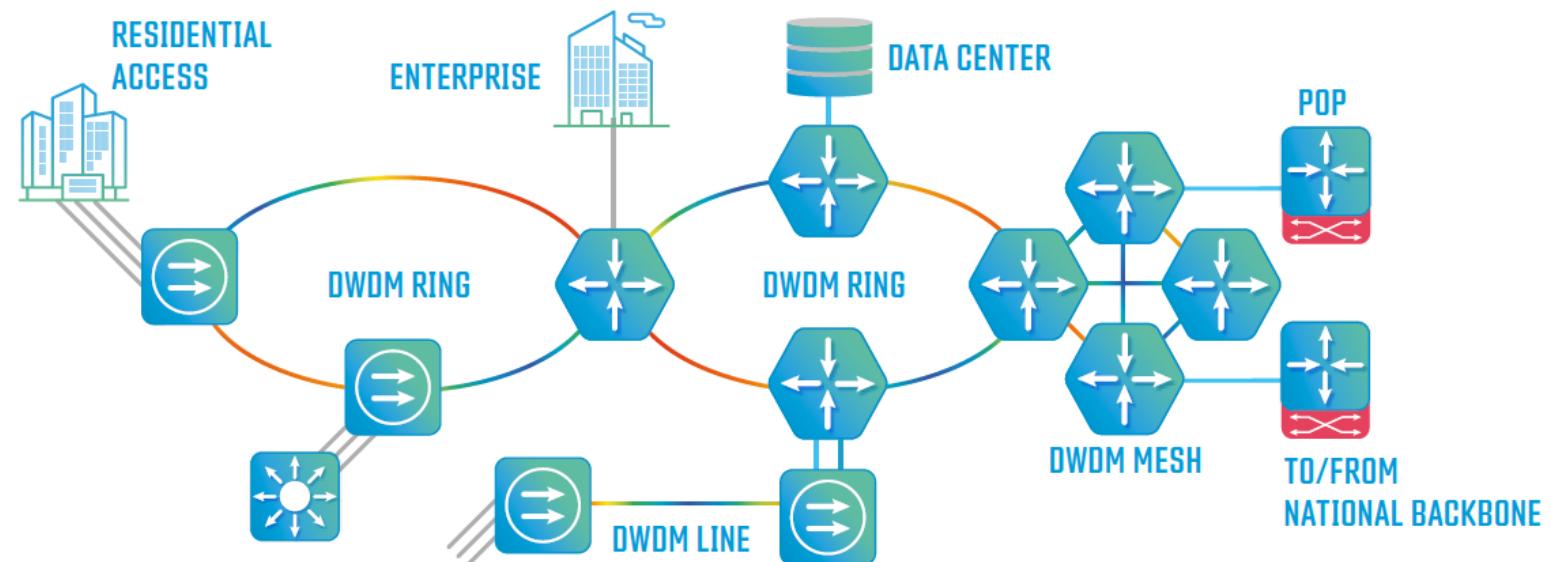
Midhaul (Metro edge, Metro aggregation), Backhaul (Metro aggregation, Metro core)

Компабилна опрема са уређајима и јединицама предходне генерације

Интерконекција ка backbone

Прстен структуре, mesh

Једностава upgrade у будућности



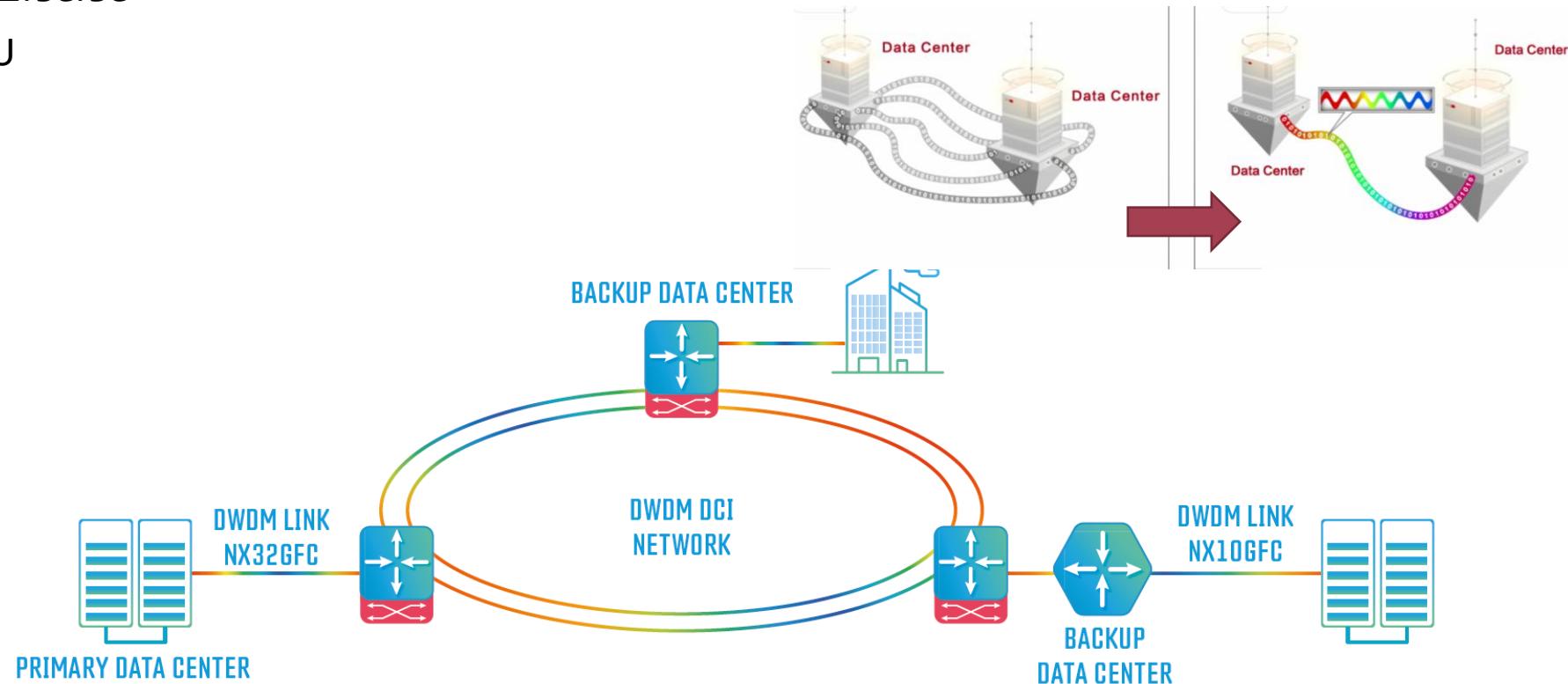
Примена – DCI, банке, кампуси

Компактна DCI решења са xponder, ROADM/DWDM мултиплексером и појачавачима у 3RU
мултиплекс Ethernet и Fibre Channel клијената

Минимално кашњење

Енкрипција OPU

1+1 заштита



Примена – мале поуздане мреже

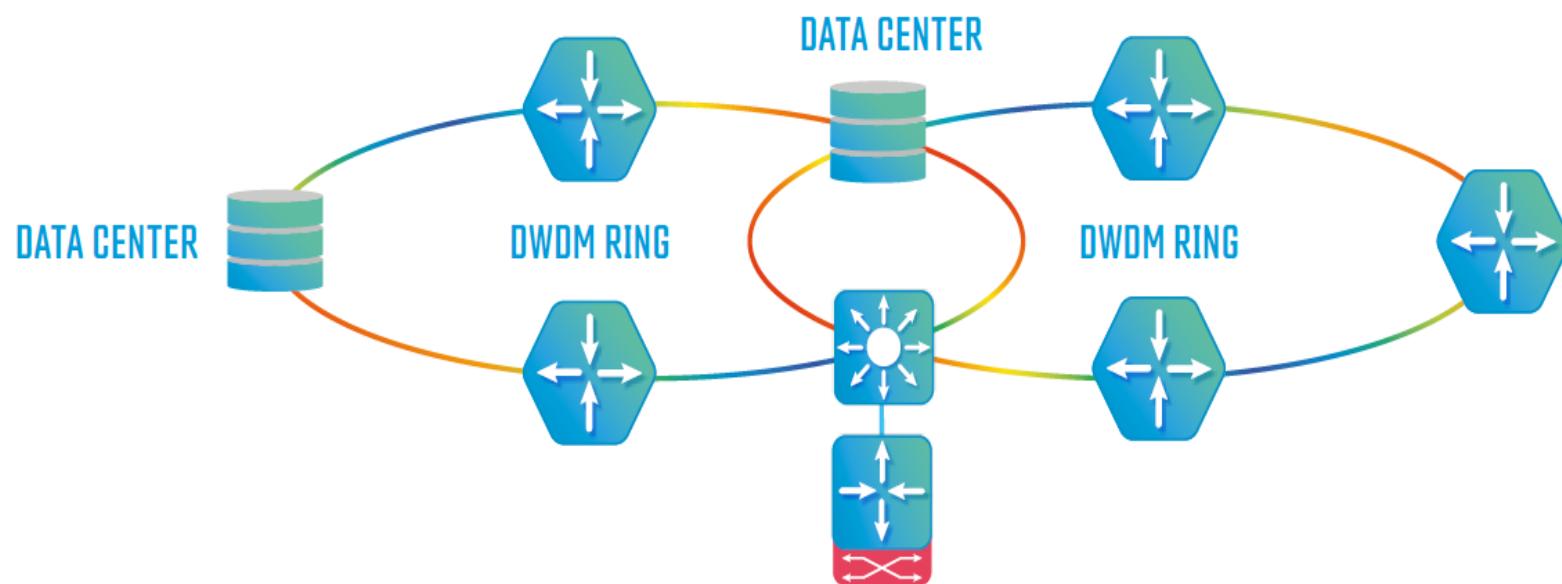
Мреже телеком оператора, мале градске мреже, транспортне мреже инфраструктурних оператора,

Једноставно додавање нових клијената и сервиса

Any channel any rate any port 100M-2,5G

Any channel any rate any port 10G-400G

Заштита саобраћаја



Примена – 5Г мреже

N x 25GE , N x 10GE, N x 50GE, N x 100GE, eCPRI

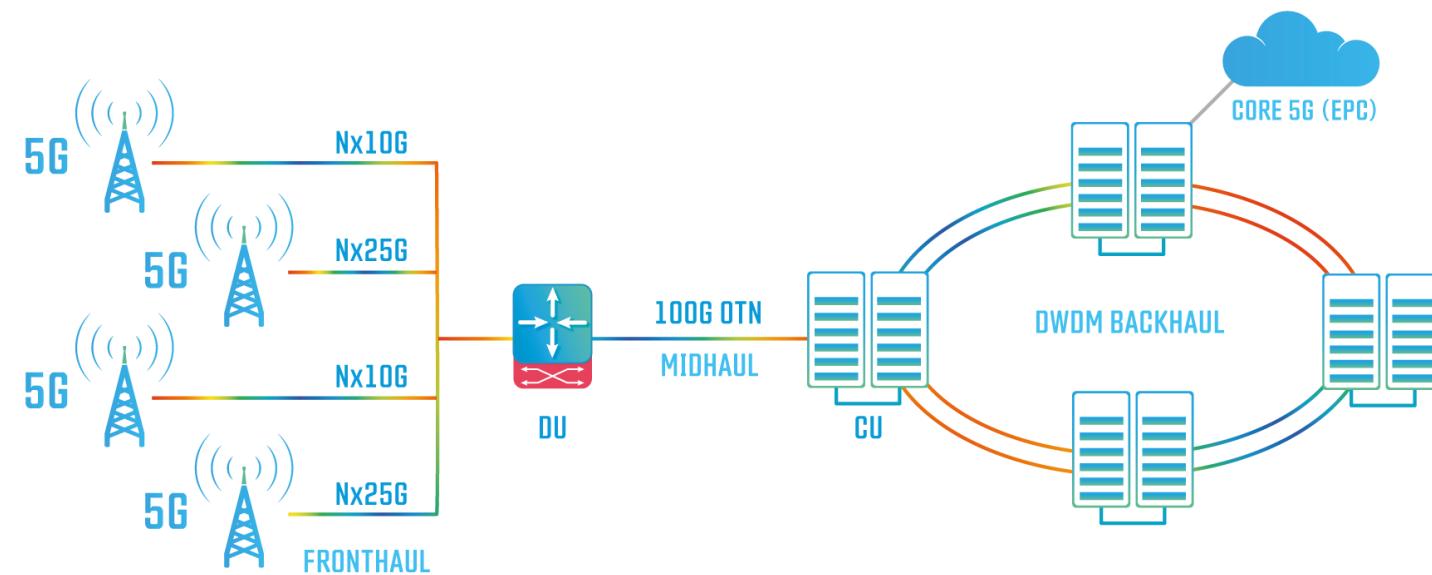
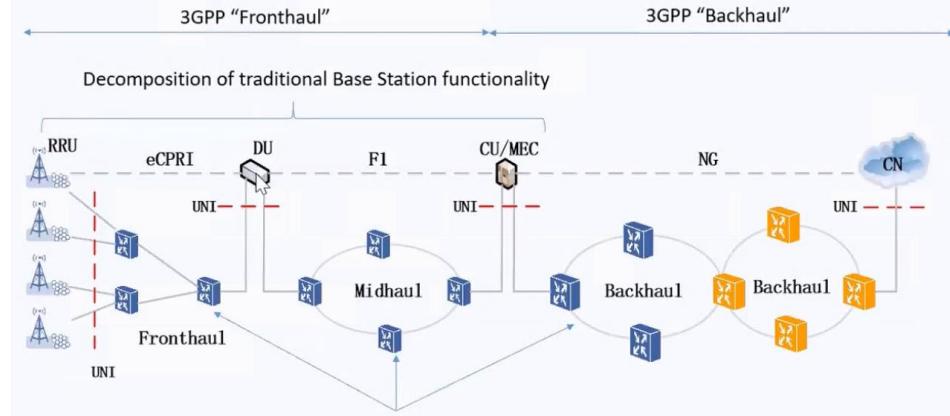
Транспарентни пренос синро канала (OTC)

Мало кашњење

LLDP

Флексибилност са ОТН матрицом проспајања

Заштита пута



Примена – *alien λ*

Употребом ROADM и прорачуна/предикција у систему за надзор и управљање и осталих функционалности могућа је реализација *alien λ* или чак и *alien* мрежа корисника

Употреба “*alien λ*” захтева анализу оптичког пута

Подржани су 400ZR, Open ROADM и OpenZR+ - Interworking са другим вендорима на нивоу DWDM линијског сигнала



САДРЖАЈ



Практични аспекти примене

Техничке карактеристике

FlexO

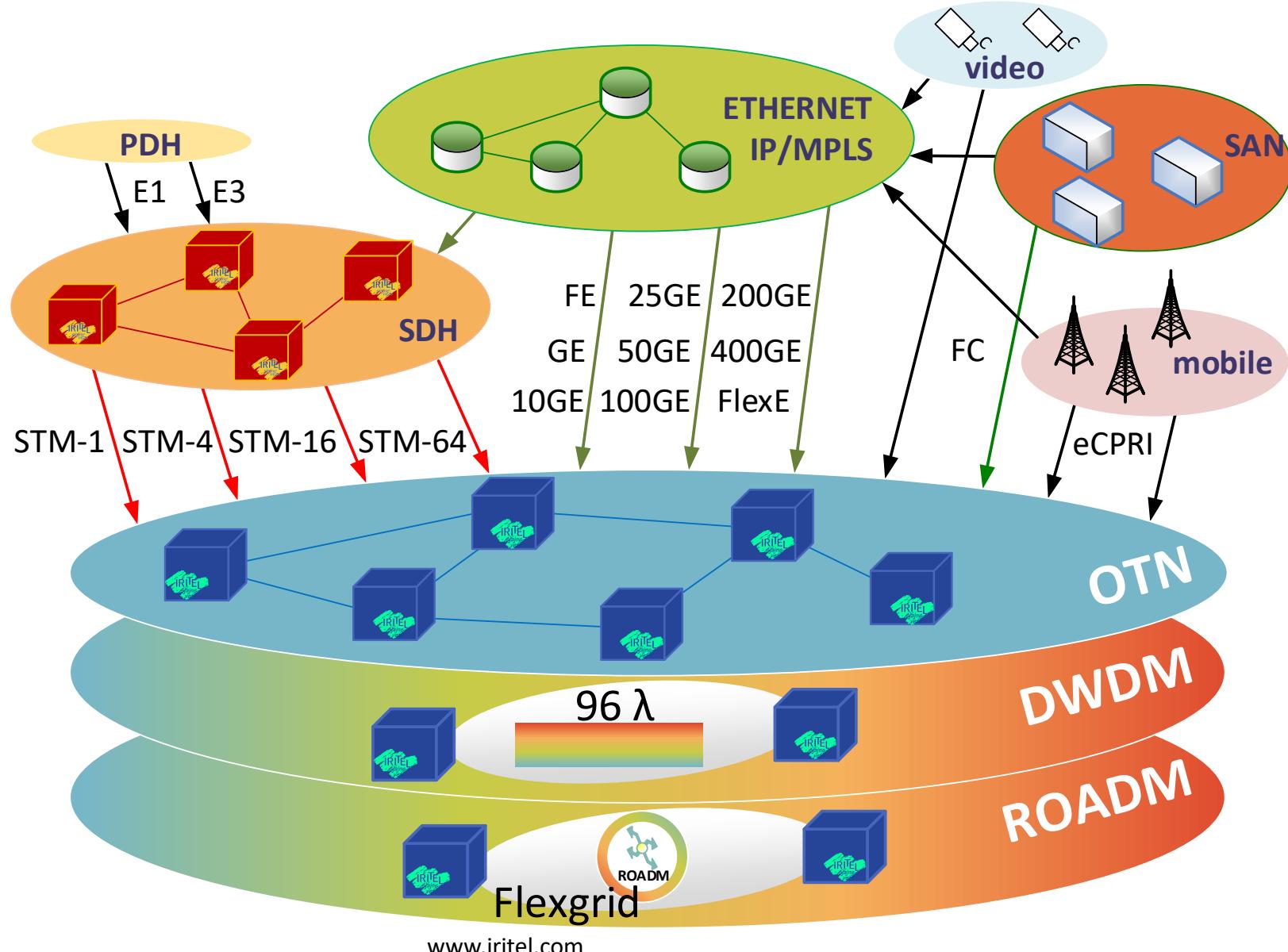
клијенти на плочи

OT600G интерфејси

Енкрипција

НМС СУНЦЕ

Слојеви у оптичкој транспортној равни



Функционалности OT600G јединице

- Портови 2 x CFP2, 2 x QSFP-DD, 4 x QSFP капацитета 1,2Tb/s
- OTUCn (n=1 – 6) омогућавају протоке преко 100G
- Подржана FlexO функционалност
- Функција мапирања (BMP, GMP, IMP, GFP-F) клијентског саобраћаја са клијентским интерфејсима до 400G , FlexE функционалност
- OTN матрица проспајања (1,2Tb/s) + дистрибуирана матрица проспајања преко интерфејса на задњој плочи
- OTN мултиплексер (до два нивоа) и фрејмер
- OTN енкрипција AES256
- LLDP мониторинг
- Обрада GCC канала
- Интерфејс ка задњој плочи
- FEC (Forward Error Correction) на линијској страни и на клијентским интерфејсима
- Надзор перформанси и бројачи у оба смера
- Функционалност транспондера/мукспондера (Xponder, Flexponder)

5G интерфејси иprotoци

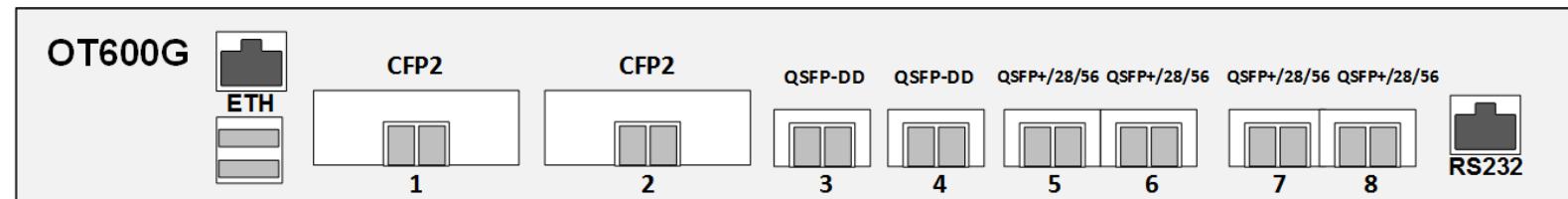
	UNI	NNI	топологија	растојања
Fronthaul (Metro edge):	10G 25G	100G 200G	P2P	1-5km (1-10km)
Midhaul (Metro edge, Metro aggregation)	10G 25G 50G	nx10/25/50G	stablo, прстен	20-40km
Backhaul (Metro aggregation, Metro core)	10G 25G 50G 100G	100G 200G 400G	mesh, прстен	Agg. 5-80km, core 20-300km
NGC interconnect (Metro core, Backbone)	100G 200G 400G	\geq 100G $n \times 100G$	mesh, прстен	20-300km

UNI: Интерфејс за интерконекцију клијентске опреме и мрежног елемента у транспортној мрежи

NNI: Интерфејс за интерконекцију мрежног елемента са транспортном мрежом

OT600G јединица – распоред портова и капацитети

- КЛИЈЕНТСКИ ИНТЕРФЕЈС ≠ ФИЗИЧКИ ПОРТ
- Сваки интерфејс може да буде клијентски или линијски
- Сви портови су софтверски програмабилни
 - multirate,
 - 2 x CFP2 порта
 - 100G, 200G, 300G, 400G
 - Кохерентни DCO , тјунабилни
 - некохерентни
 - 2x QSFP-DD порта
 - Комбатибилни са QSFP-DD, QSFP28, QSFP56, QSFP+ модулима
 - 8x10G/25G, 2/4/8x50G, 1x100G, 4x100G, 1x200G, 1x400G, 2x32G, 4x16G проток по порту
 - 4x QSFP+/28/56 порта
 - Комбатибилни са QSFP28, QSFP56, QSFP+ модулима
 - 4x10G/25G, 2x50G, 1x100G, 1x200G, 2x32G, 4x16G проток по порту



Мапирање клијентског саобраћаја

10GE – BMP – ODU2E; 25GE, 50GE, 200GE, 400GE – BMP – ODUflex

FC16G, FC32G – BMP – ODUflex

FlexE КЛИЈЕНТ ($n \times 100G$) - BGMP – ODUflex

10GE, 25GE, $n \times 25G$ (50, 100, 200, 400) – IMP – ODUflex

10GE – GFP-F – ODU2; 25GE, 50GE – GFP – ODUflex; 100GE – GFP – ODU4

BMP – Bit-Synchronous Mapping Procedure,

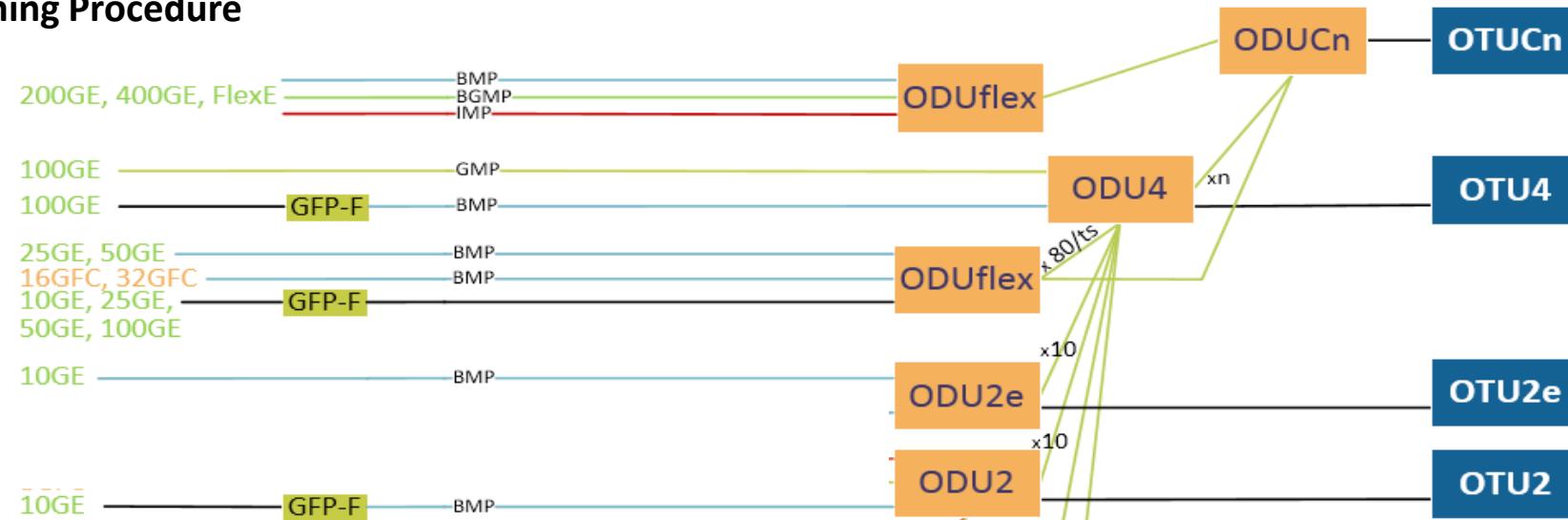
IMP - Idle Mapping Procedure,

GMP - Generic Mapping Procedure,

BGMP – Bit-synchronous Generic Mapping Procedure,

GFP – Generic Framing Procedure

капацитет мапера 600G

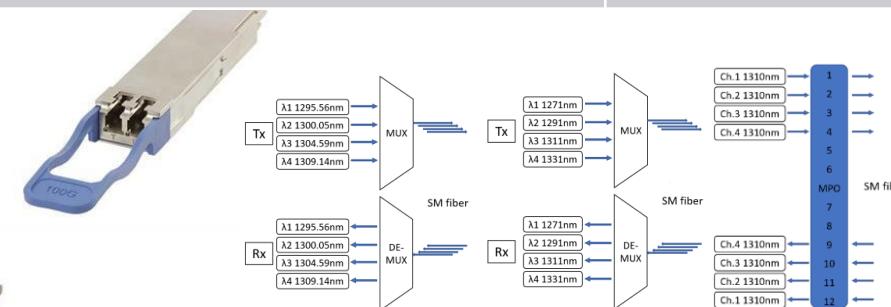


Клијенти по порту

Клијент	transceiver	Смештање у порт	Максималан број клијената по порту	Максималан број клијената по јединици
10GE	QSFP+	QSFP, QSFP-DD	4	24
25GE	QSFP28	QSFP, QSFP-DD	4	24
25GE	QSFP-DD	QSFP-DD	8	24
50GE	QSFP56	QSFP, QSFP-DD	2	12
50GE	QSFP-DD	QSFP-DD	8	12
100GE	QSFP28, QSFP56,	QSFP, QSFP-DD	1	6
100GE	QSFP-DD	QSFP-DD	4	6
200GE	QSFP-DD	QSFP, QSFP-DD	1	3
400GE	QSFP-DD	QSFP-DD	1	1
400GE	CFP2	CFP2	1	1
FlexE	Nx100GE over several interfaces	QSFP, QSFP-DD	Up to 600G	Up to 600G
FC16G	QSFP28	QSFP, QSFP-DD	4	24
FC32G	QSFP28	QSFP, QSFP-DD	2	12

OT600G јединица – модули и домети

порт	модул	protoци	домети	конектор
CFP2	CFP2-LR4 CFP2-ER4 CFP2-CT	100G/2x100G/200G/400G	10km 40km 40km-2000km*	LC
QSFP-DD	QSFP-DD QSFP56 QSFP28 QSFP+	8x25G/8x50G/100G/200G/4x100G/400G 2x50G/100G 4x25G/100G 4x10G	100m/ 2/10/25/40km	LC ili MPO
QSFP+/28/56	QSFP56 QSFP28 QSFP+	2x50G/100G 4x25G/100G 4x10G	100m/ 2/10/25/40km	LC ili MPO



CFP2 кохерентни

CFP2	OI.400G-CT				
Проток	400G	300G	200G	200G	100G
Модулација	16QAM	8QAM	QPSK	16QAM	QPSK
Минимална ширина	75GHz	75GHz	75GHz	50GHz	50GHz
OSNR	21-23	14	14	17	10,8
Домет	600km*	1100km*	1100km*	500km*	2000km*
апликација	OTUC4	OTUC3	OTUC2 2xOTU4	OTUC2 2xOTU4	OTU4

* Са употребом оптичких појачавача

QSFP-DD модули

	-DR4	-DR4+	SR8	LR8	ER8	ZR	ZR+
Проток	400G	400G	400G	400G	400G	400G	400G
	1310nm	1310nm	850nm	1310nm	1310nm	Koherentni DWDM	
Домет	500m 2km	10km	100m	10km	40km	80km	400km
апликација	400GE, 4x100GE OTUC4 4xOTU4	400GE 4x100GE OTUC4 4xOTU4	8x25GE 8x50GE 400GE	8x25GE 8x50GE 400GE	8x25GE 8x50GE 400GE	OTUCn 400GE 200GE	OTUCn 400GE 200GE
конектор	MPO	MPO	MPO	LC	LC	LC	LC

QSFP+, QSFP28, QSFP56 модули

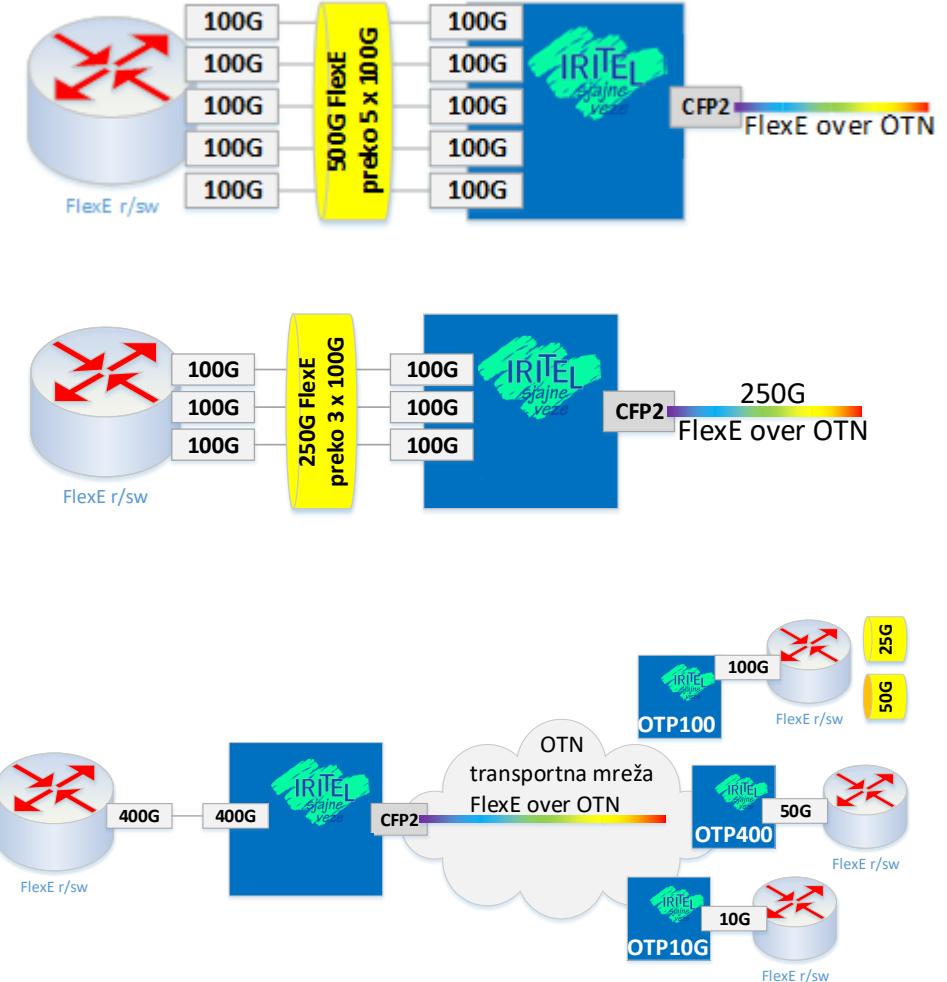
QSFP+	-SR4	-IR4	-LR4	-ER4	PSM
Проток	40G	40G	40G	40G	4x10G
	850nm		1310nm, WDM		
Домет	100m	2km	10km	40km	10m
апликација		4x10GE, FC16G			
конектор	MPO	LC	LC	LC	MPO

QSFP56	-FR4	-SR4	
Проток	200G	200G	
	CWDM	850nm	
Домет	2km	100m	
апликација	200GE 2x100GE 2x50GE 2xFc32	200GE 2x100GE 2x50GE 2xFc32	
конектор	LC	MPO	

QSFP28	-PSM	-SR4	-eSR4	-LR4	-ER4	-SRbidi	-CWDM4	
Проток	100G	100G	100G	100G	100G	100G	100G	
	1310nm	850nm	850nm	1310nm, WDM		850nm/910	CWDM	
Домет	2km	100m	300m	10km	40km	50m	2km	
апликација	100GE 4x25GE OTU4	100GE 4x25GE OTU4	100GE 4x25GE OTU4	100GE 4x25GE OTU4	100GE 4x25GE OTU4	100GE OTU4	100GE 4x25GE OTU4	
конектор	MPO	MPO	MPO	LC	LC	LC	LC	

FlexE , FlexO

- FlexE (OIF FlexE-1.1),
- FlexO (G.709, G.709.1, G.709.3)
- Bonding
примена када је захтевани проток већи од максималне брзине порта
- Subrating:
примена када захтевани проток не одговара стандардизованој брзини
- Channelization:
примена када је потребно ефикасно мапирање/мултиплексирање више различитих сервиса преко заједничког интерфејса (ефикасно коришћење OTN ресурса)
- Подржано до 60 FlexE клијената, до 6 група
- ВАРИЈАЦИЈЕ У КАШЊЕЊУ ДО 2,5us



Стандардизовани 400G линијски интерфејси – 400ZR

DWDM оптички примопредајници су традиционално коришћени за long-haul

У том сценарију, димензије и потрошња нису били критични фактор

Али са становишта одржавања, резервних делова, скалабилности врло корисно је била модуларност

- Потреба да се DWDM користи за повезивање data centara наметнула је компромисе
- ЦИЉ је био релативно јефтин и стандардизован 400G DWDM примопредајних разумних димензија и потрошње
- Резултат 400ZR OIF Implementation agreement
- То је 400ZR је 400GE PHY (не OTH)
- DP-16QAM модулација за слање по једној таласној дужини
- Concatenated FEC (C-FEC), ~10.8dB NCG уз ~14.8% overhead-a
- До 120km са појачавачима
- QSFP-DD, OSFP, CFP2 формат



Стандардизовани 400G линијски интерфејси – OpenROADM

OpenROADM

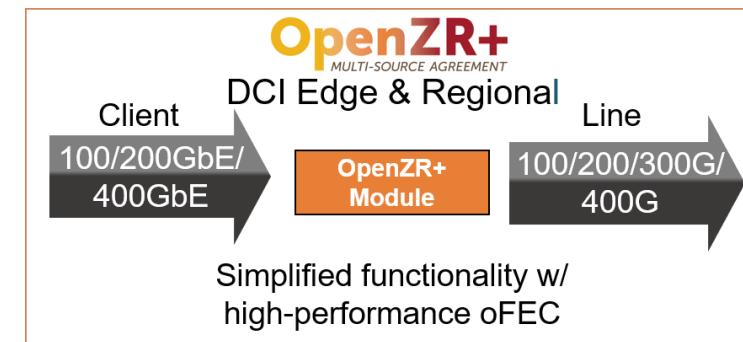
- Доста шири пројекат чии је циљ стандардизација управљања ROADM мрежама
- Категорије од интереса: ROADM, транспондери и оптички примопредајници
- OpenROADM MSA дефинише 100-400G оптичке примопредајнике
- и за Ethernet и за OTN протоколе
- DP-QPSK, DP-DQPSK, DP-8QAM, DP-16QAM модулације
- Open FEC (oFEC), ~11.07dB NCG (QPSK), ~11.57dB NCG (16QAM) уз ~15.3% overhead-a
- oFEC има боље перформансе од C-FEC-а, али уз већи overhead и комплекснију обраду
- стандард дефинише домет до 500km са појачавачима
- CFP2 формат (пре свега због потрошње)



Стандардизовани 400G линијски интерфејси – OpenZR+

OpenZR+

- Настао као комбинација 400ZR и OpenROADM
- преузео једноставност од 400ZR
- Боль оFEC и подршка за мултиплексирање и различите брзине (100-400G)
- Само за Ethernet протоколе
- OpenZR+ MSA спецификација
- до 480km са појачавачима
- QSFP-DD, OSFP, CFP2 формат
- већа потрошња у односу на 400ZR

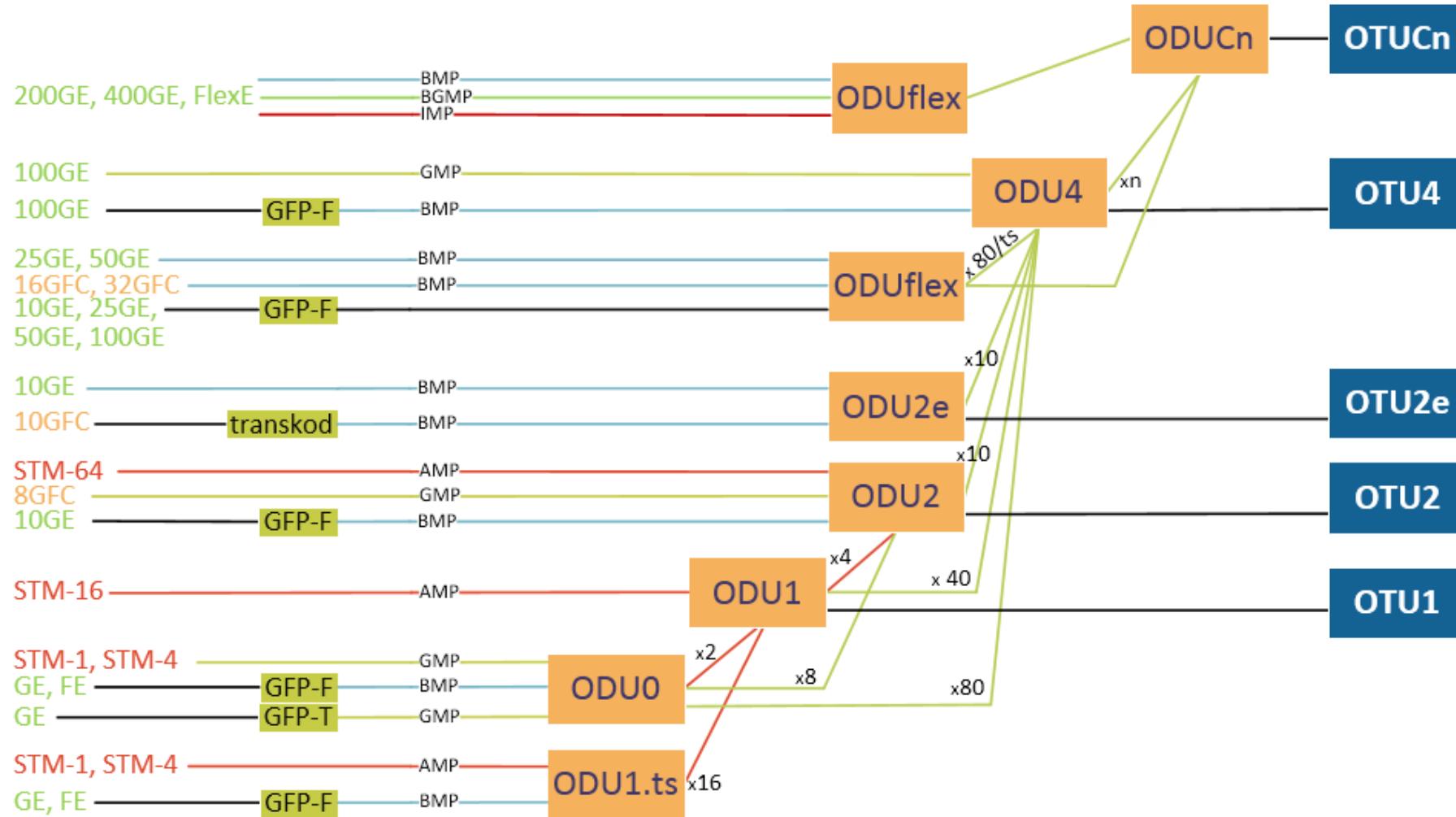


Подржани 400G линијски интерфејси на OT600G

- Подржани и 400ZR и Open ROADM и OpenZR+
- Подржан и Interworking са другим вендорима на нивоу линијског DWDM сигнала кроз коришћење одговарајућих примопредајника
- CFP2 и QSFP-DD
- Комуникација са примопредајницима је стандардизована што је олакшало развој
- Futureproof: могућа је подршка и за евентуално нове отворене стандарде

Technology	400ZR	Open ROADM	OpenZR+	400ZR+ Proprietary
Target Application	Edge Data Center Interconnects	Carrier ROADM Mesh Networks	Metro/Regional Carrier and Data Center Interconnects	Long-Haul Carrier
Target Reach @ 400G	120 km (amplified)	500 km (amplified)	480km (amplified)	1000 km (amplified)
Target Power Consumption	Up to 15 W	Up to 25 W	Up to 20 W	Up to 25W
Typical Module Option	QSFP-DD/OSFP	CFP2	QSFP-DD/OSFP	CFP2
Client Interface	400G Ethernet	100-400G Ethernet and OTN	100-400G Ethernet (Multi-rate)	100-400G Ethernet and OTN
Modulation Scheme	16QAM	QPSK, 8QAM, 16QAM	QPSK, 8QAM, 16QAM	QPSK, 8QAM, 16QAM
Forward Error Correction	CFEC	oFEC	oFEC	Proprietary
Standards / MSA	OIF	Open ROADM MSA	OpenZR+ MSA	Proprietary

Мапирање и мултиплексирање



кашњење

плоча	клијент	линија	енкрипција	кашњење
OT100G	100GE	OTU2	НЕ	19.48 us
OT600G	100GE	OTU2	НЕ	25.60 us
OT600G	100GE	OTU2	ДА	27.08 us
OT600G	100GE	OTUC4	ДА	28.21 us



www.iritel.com



Еволуција мреже и нови прорачуни

Ретко се креира потпуно нова мрежа – чешће се практикује еволуција мреже

=> Опрема остаје да ради у постојећој мрежи и нови уређаји и технологија омогућавају паралелни ради у интерконекцију постојеће опреме и нових уређаја

постојећа мрежа ради са новом опремом, новим технологијама и новим системима за надзор

Један од изазова:

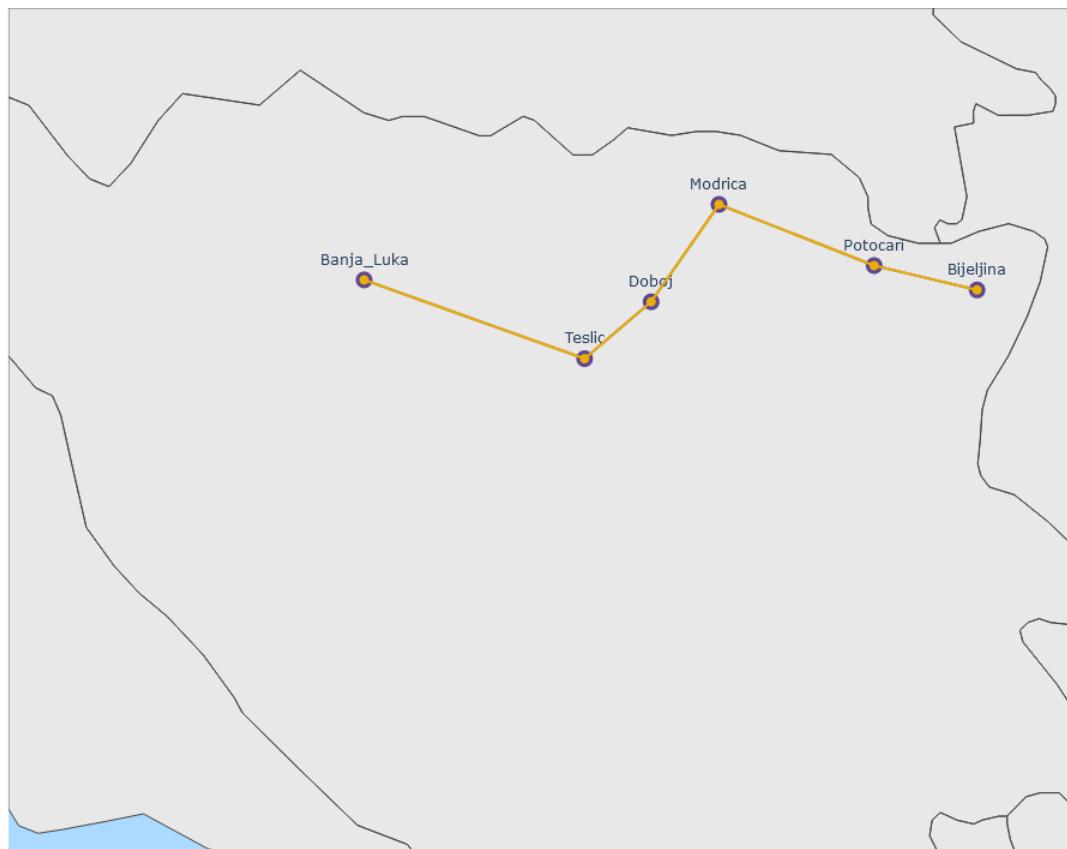
Потребно је урадити прорачуне и у условима помешаних генерација опреме и уређаја!

Различите технологије оптичких интерфејса, различите спецификације опреме, /можа и различити произвођачи опреме у једној мрежи!?!)

Прорачуни:

- Сваки производјач прави свој софтвер за прорачун
- GNPu модел
- Open ROADM MSA модел
- или AI&ML у коме транспондери и интерфејси сами бирају модулацију, ширину канала, брзину (проток)

Пример прорачуна



Auto-design mode:
ram
 Power Gain None

RUN SIMULATION **Load services file** **WARNINGS (15)**

Number of paths: default: k=1 Sort by: Distance GSNR Find diverse paths Find reverse direction
 Working path Diverse path
 Reverse direction

Mode: 200 Gbit/s, DP-QPSK (87.5 GHz)
Mean GSNR (0.1 nm): 19.57 dB (margin: 2.57 dB)
Total CD: 5662.14 ps/nm, penalty: 0.04 dB
Total PMD: 2.73 ps, penalty: 0.00 dB
Total PDL: 4.29 dB, penalty: inf dB

Detailed results [dB]	min	max	mean
GSNR (0.1 nm)	19.54	19.64	19.57
GSNR (signal BW)	12.50	12.61	12.54
OSNR (0.1 nm)	19.60	19.70	19.65
OSNR (signal BW)	12.57	12.67	12.62

FULL PATH INFO **FULL CHANNEL INFO** **SPECTRUMS**

Set transceiver parameters or retrieve parameters from transceiver type/mode spec (or [define mixed spectrum](#)):

OpenROADM MSA ver. 5.0 Maximize capacity Margin [dB]: default: 0

Baudrate [Gbaud]: default: 31.5 Roll-off: default: 0.1 Tx OSNR [dB]: default: 35 Min OSNR [dB]:

Select source/destination (or click in graph): Reference power and sweep (stop and step are optional):
start (default: 2.0 dBm) stop step

Select nodes to include: preserve order Spectral load parameters:

Select... Spacing [GHz]: 50
Minimum frequency [THz]: default: 191.30 THz
Maximum frequency [THz]: default: 196.10 THz

Select nodes to exclude: ROADM parameters:

Select... Add/Drop OSNR [dB]: default: 35 dB

Select by clicking in graph: Include Exclude

Резултат прорачуна за 1 оптички канал

Transceiver trx_Banja_Luka
 GSNR (0.1nm, dB): 36.00
 GSNR (signal bw, dB): 28.97
 OSNR ASE (0.1nm, dB): 36.00
 OSNR ASE (signal bw, dB): 28.97
 CD (ps/nm): 0.00
 PMD (ps): 0.00
 PDL (dB): 0.00
 CD penalty (dB): 0.00
 PMD penalty (dB): 0.00
 PDL penalty (dB): 0.00

Roadm roadm_Banja_Luka
 effective loss (dB): 21.00
 reference pch out (dBm): -19.00
 actual pch out (dBm): -19.00

Edfa Edfa_booster_roadm_Banja_Luka_to_fiber (Banja_Luka → Teslic)

type_variety: std_fixed_gain_booster_19
 effective gain(dB): 19.00

(before att_in and before output VOA)

noise figure (dB): 5.50
 (including att_in)

pad att_in (dB): 0.00
 Power In (dBm): -1.68

Power Out (dBm): 17.33
 Delta_P (dB): None

target pch (dBm): None
 effective pch (dBm): 0.00

actual pch out (dBm): 0.01
 output VOA (dB): 0.00

Fiber fiber (Banja_Luka → Teslic)
 type_variety: SSMF

length (km): 89.40
 pad att_in (dB): 0.00

total loss (dB): 29.70
 (includes conn loss (dB) in: 0.00 out: 0.00)

(conn loss out includes EOL margin defined in eqpt_config.json)

reference pch out (dBm): -29.70
 actual pch out (dBm): -29.69

Edfa Edfa_preamp_roadm_Teslic_from_fiber (Banja_Luka → Teslic)

type_variety: std_fixed_gain_preamp_34
 effective gain(dB): 32.36

(before att_in and before output VOA)

noise figure (dB): 6.00
 (including att_in)

pad att_in (dB): 0.00
 Power In (dBm): -12.36

Power Out (dBm): 20.13
 Delta_P (dB): None

target pch (dBm): None
 effective pch (dBm): 2.66

actual pch out (dBm): 2.80
 output VOA (dB): 0.00

Roadm roadm_Teslic
 effective loss (dB): 21.66
 reference pch out (dBm): -19.00
 actual pch out (dBm): -19.00

Edfa Edfa_booster_roadm_Teslic_to_fiber (Teslic → Doboj)
 type_variety: std_fixed_gain_booster_19
 effective gain(dB): 19.00
 (before att_in and before output VOA)
 noise figure (dB): 5.50
 (including att_in)
 pad att_in (dB): 0.00
 Power In (dBm): -1.68
 Power Out (dBm): 17.33
 Delta_P (dB): None
 target pch (dBm): None
 effective pch (dBm): 0.00
 actual pch out (dBm): 0.01
 output VOA (dB): 0.00

Fiber fiber (Teslic → Doboj)
 type_variety: SSMF
 length (km): 67.30
 pad att_in (dB): 0.00
 total loss (dB): 19.38
 (includes conn loss (dB) in: 0.00 out: 0.00)
 (conn loss out includes EOL margin defined in eqpt_config.json)

reference pch out (dBm): -19.38
 actual pch out (dBm): -19.37

Edfa Edfa_preamp_roadm_Doboj_from_fiber (Teslic → Doboj)

type_variety: std_fixed_gain_preamp_25
 effective gain(dB): 22.05

(before att_in and before output VOA)

noise figure (dB): 6.00
 (including att_in)

pad att_in (dB): 0.00
 Power In (dBm): -2.05

Power Out (dBm): 20.01
 Delta_P (dB): None

target pch (dBm): None
 effective pch (dBm): 2.67

actual pch out (dBm): 2.69
 output VOA (dB): 0.00

Roadm roadm_Doboj
 effective loss (dB): 21.67
 reference pch out (dBm): -19.00

actual pch out (dBm): -19.00

Edfa Edfa_booster_roadm_Doboj_to_fiber (Doboj → Modrica)

type_variety: std_fixed_gain_booster_19
 effective gain(dB): 19.00

(before att_in and before output VOA)

noise figure (dB): 5.50
 (including att_in)

pad att_in (dB): 0.00
 Power In (dBm): -1.68

Power Out (dBm): 17.33
 Delta_P (dB): None

target pch (dBm): None
 effective pch (dBm): 0.00

actual pch out (dBm): 0.01
 output VOA (dB): 0.00

Fiber fiber (Doboj → Modrica)

type_variety: SSMF
 length (km): 53.50

pad att_in (dB): 0.00
 total loss (dB): 14.50

(includes conn loss (dB) in: 0.00 out: 0.00)

(conn loss out includes EOL margin defined in eqpt_config.json)
 reference pch out (dBm): -14.50
 actual pch out (dBm): -14.49

Edfa Edfa_preamp_roadm_Modrica_from_fiber (Doboj → Modrica)
 type_variety: std_fixed_gain_preamp_25
 effective gain(dB): 17.16
 (before att_in and before output VOA)
 noise figure (dB): 6.00
 (including att_in)
 pad att_in (dB): 0.00
 Power In (dBm): 2.84
 Power Out (dBm): 20.00
 Delta_P (dB): None
 target pch (dBm): None
 effective pch (dBm): 2.66
 actual pch out (dBm): 2.68
 output VOA (dB): 0.00

Roadm roadm_Modrica
 effective loss (dB): 21.66
 reference pch out (dBm): -19.00

actual pch out (dBm): -19.00

Edfa Edfa_booster_roadm_Modrica_to_fiber (Modrica → Potocari)

type_variety: std_fixed_gain_booster_19
 effective gain(dB): 19.00

(before att_in and before output VOA)

noise figure (dB): 5.50
 (including att_in)

pad att_in (dB): 0.00
 Power In (dBm): -1.68

Power Out (dBm): 17.33
 Delta_P (dB): None

target pch (dBm): None
 effective pch (dBm): 0.00

actual pch out (dBm): 0.01
 output VOA (dB): 0.00

Fiber fiber (Potocari → Bijeljina)

type_variety: SSMF
 length (km): 52.96

pad att_in (dB): 0.00
 total loss (dB): 15.89

(includes conn loss (dB) in: 0.00 out: 0.00)
 (conn loss out includes EOL margin defined in eqpt_config.json)

reference pch out (dBm): -15.89
 actual pch out (dBm): -15.88

Edfa Edfa_preamp_roadm_Bijeljina_from_fiber (Potocari → Bijeljina)

type_variety: std_fixed_gain_preamp_25
 effective gain(dB): 18.55

(before att_in and before output VOA)

noise figure (dB): 6.00
 (including att_in)

pad att_in (dB): 0.00
 Power In (dBm): 1.45

Power Out (dBm): 20.01
 Delta_P (dB): None

target pch (dBm): None
 effective pch (dBm): 2.66

actual pch out (dBm): 2.68
 output VOA (dB): 0.00

Roadm roadm_Bijeljina
 effective loss (dB): 21.66

reference pch out (dBm): -19.00
 actual pch out (dBm): -19.00

Transceiver trx_Bijeljina
 GSNR (0.1nm, dB): 19.57
 GSNR (signal bw, dB): 12.54

OSNR ASE (0.1nm, dB): 19.65
 OSNR ASE (signal bw, dB): 12.62

CD (ps/nm): 5662.14
 PMD (ps): 2.73

PDL (dB): 4.29
 CD penalty (dB): 0.04

PMD penalty (dB): 0.00
 PDL penalty (dB): inf

IRITEL ROADM jedinice

RRS-20(M)

ROADM Route&Select 20

RRS-9(M)

ROADM Route&Select 9

RBS-8/4/2(M)

ROADM Broadcast&Select

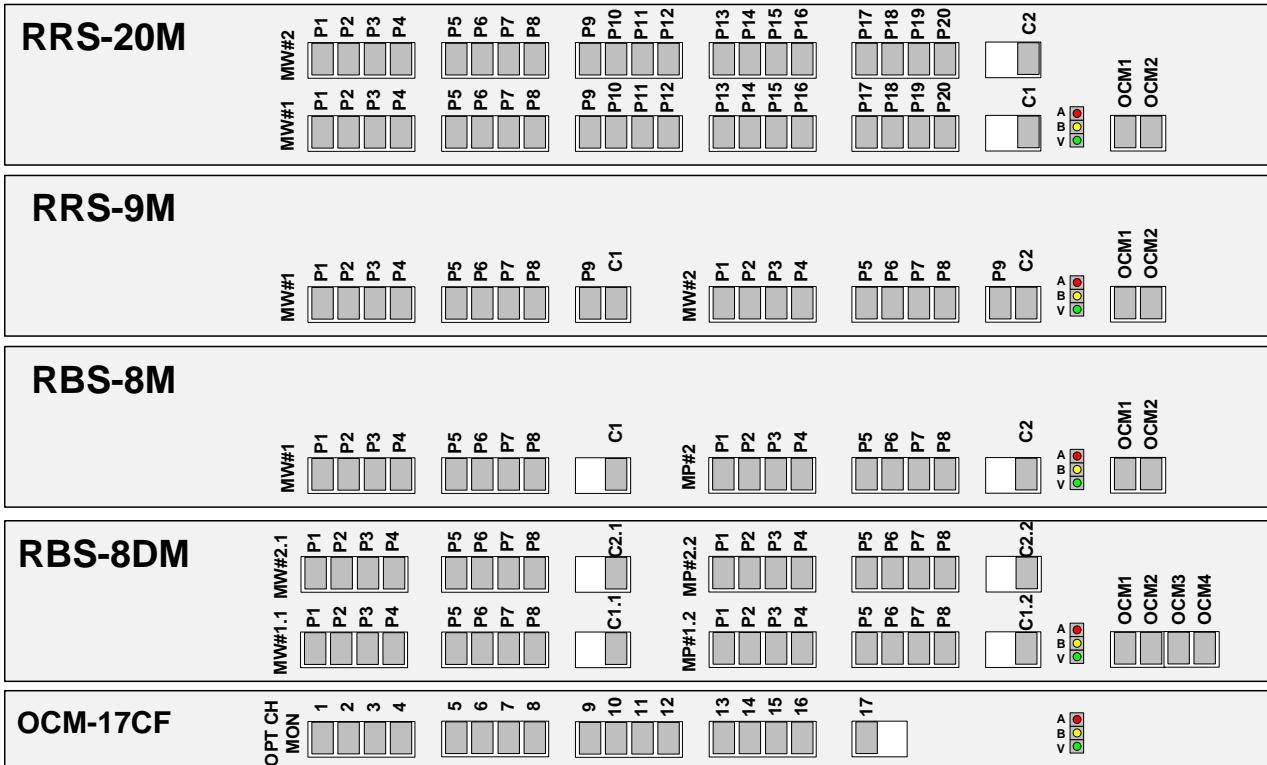
8/4/2 stepena

RBS-8/4/2(M)D

ROADM Broadcast&Select

8/4/2 stepena dupla

OCM-1/2/4/8/17F



ROADM

За Add/Drop користе се фиксни DWDM филтри

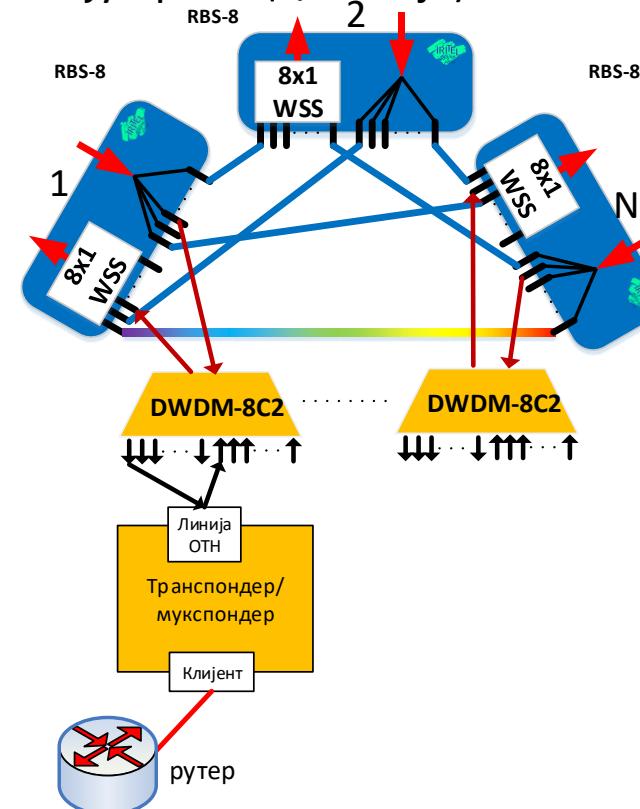
Унапред дефинисано која локална таласна дужина, λ , иде на који правац

Динамичко рутирање pass-through веза (λ које се проспајају између правца/линија)

Могућа реализација и са RBS и са RRS

Могућност OCM на посебној јединици
или са OCM модулом на свакој плочи

до 2/4/8/9/20... Оптичких правца



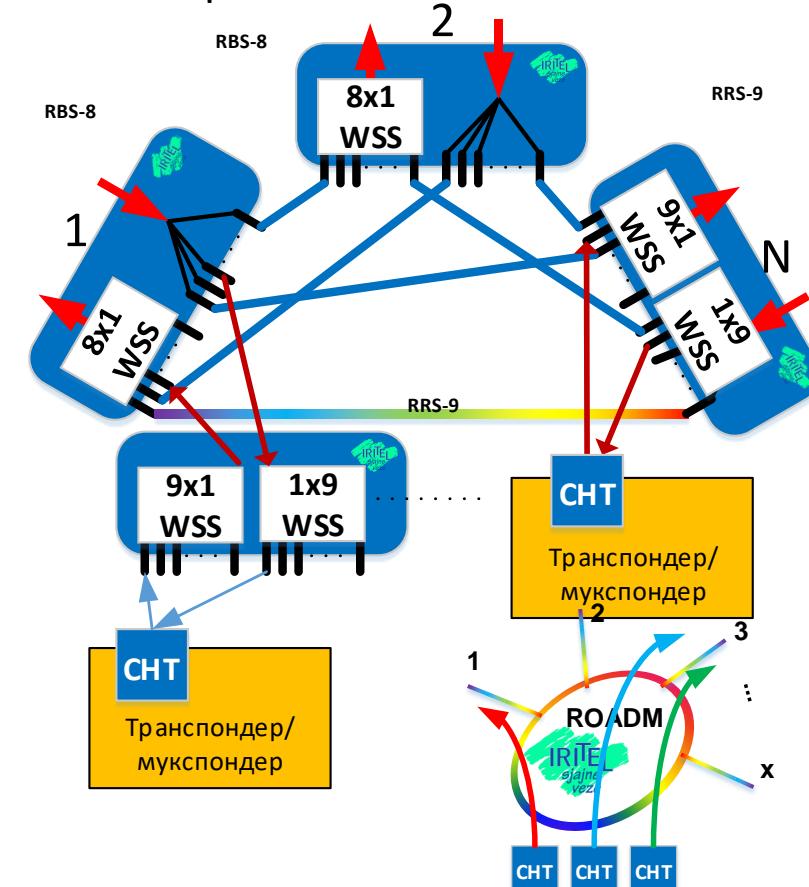
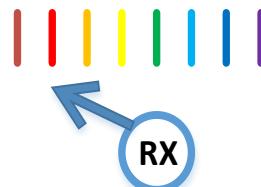
Colorless ROADM – C-ROADM

Са Add/Drop стране користи се РОАДМ као филтар са тјунабилним ласерима

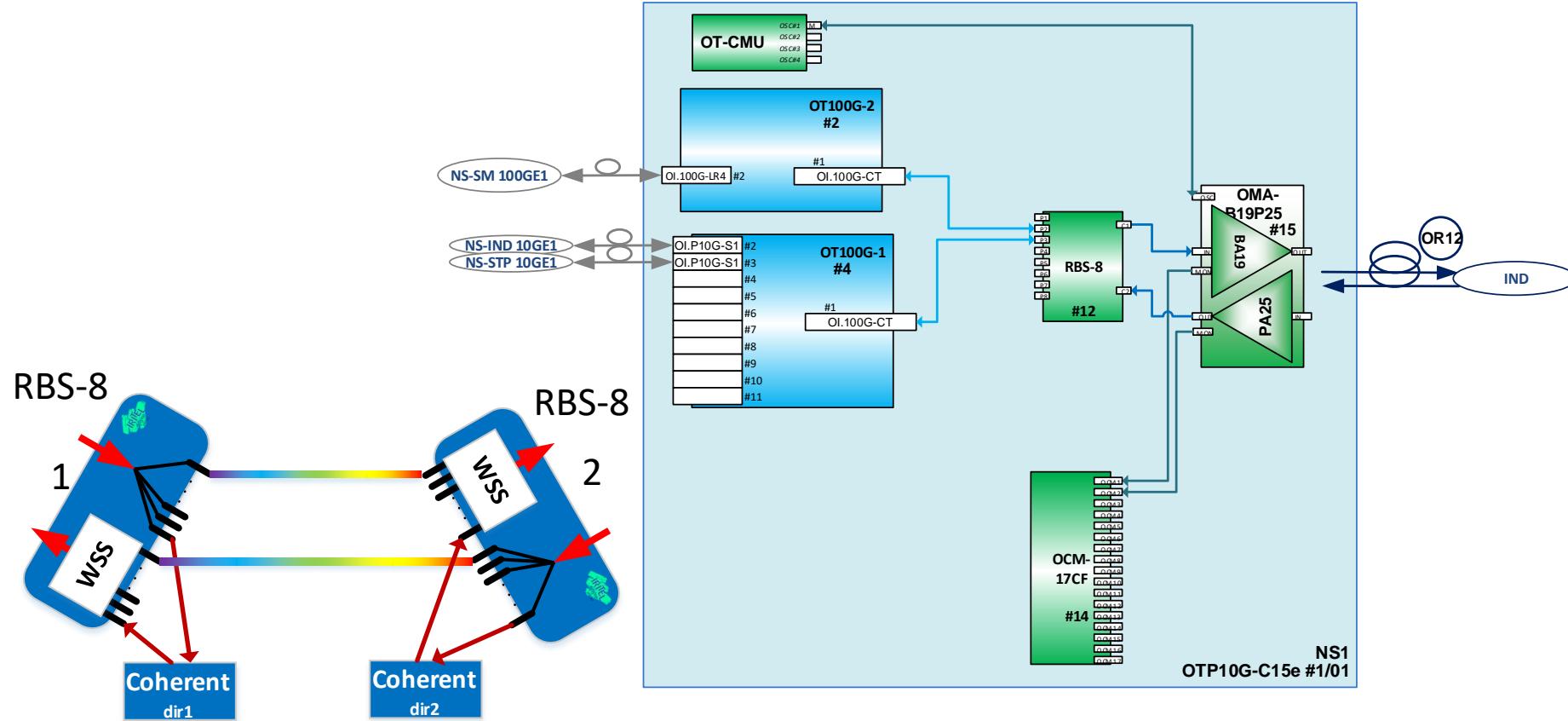
Као РОАДМ линијске јединице могу се користити
и Route&Select и Broadcast&Select типови јединица,
за Add/Drop се користе Route&Select ROADM
јединице.

Уколико се на линијској страни користе
Route&Select могуће је директно везати
тјунабилни примопредајници.

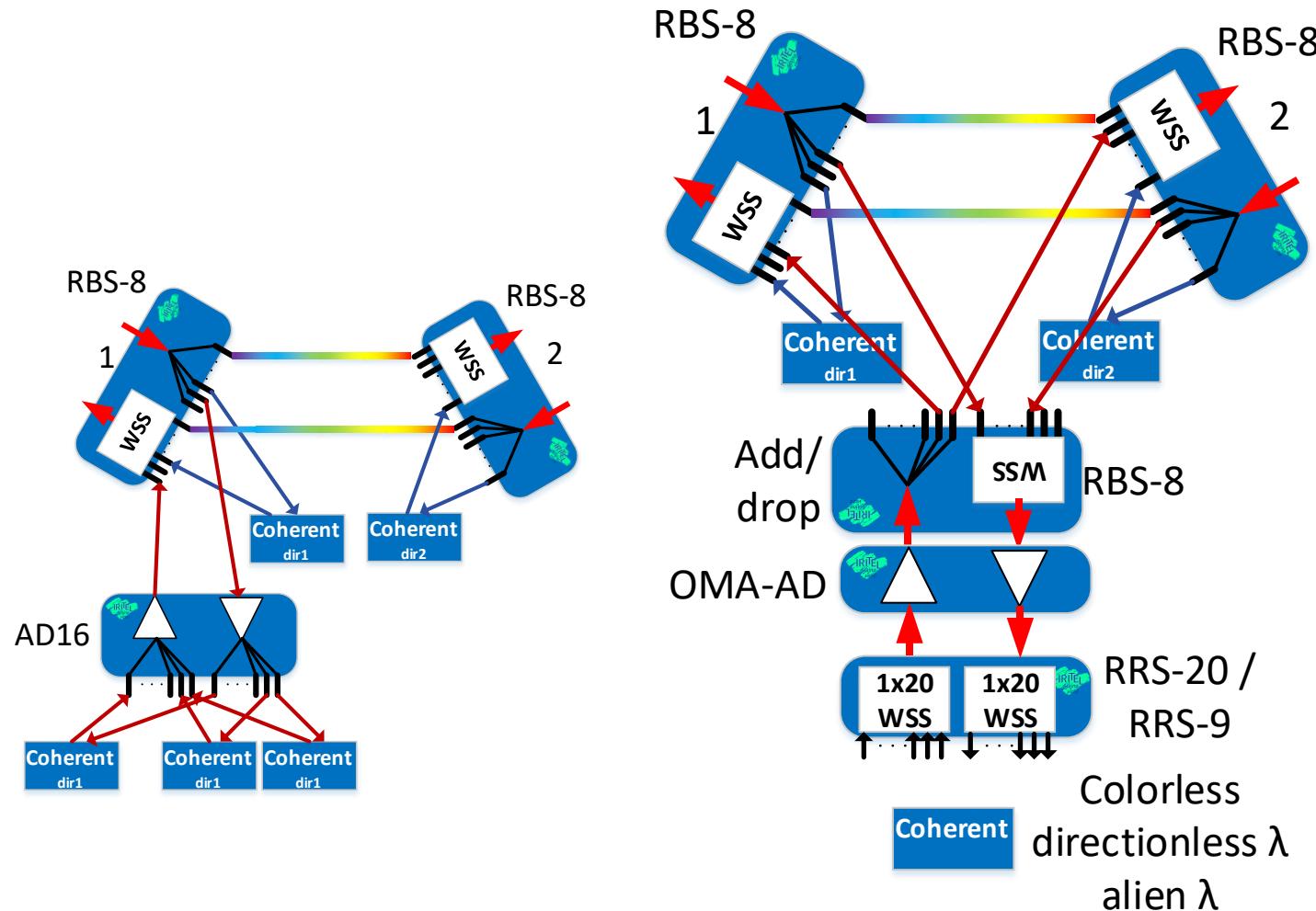
Могућа са централном ОСМ јединицом
или са ОСМ модулом на свакој плочи.



Colorless ROADM – koherentni C-ROADM



Colorless ROADM – koherentni C-ROADM



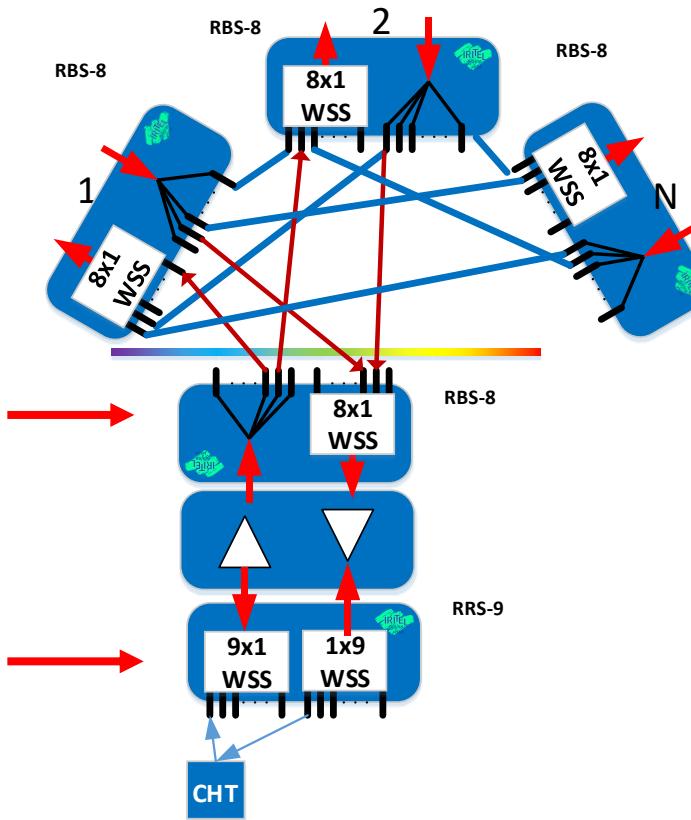
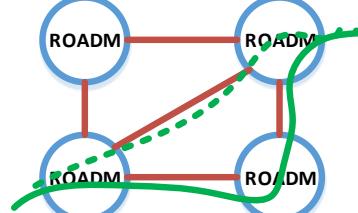
Colorless-Directionless ROADM – CD-ROADM

Додатна РОАДМ јединица омогућава Directionless функционалност, усмеравање било ког локалног канала на било који правац

Уместо фиксних DWDM филтара, користе се WSS модули и тјунабилни ласери -> colorless функционалност

Као РОАДМ линијске јединице могу се користити и RRS и RBS типови јединица

ПРИМЕНА У СТАНИЦАМА ГДЕ СЕ ШТИТИ λ

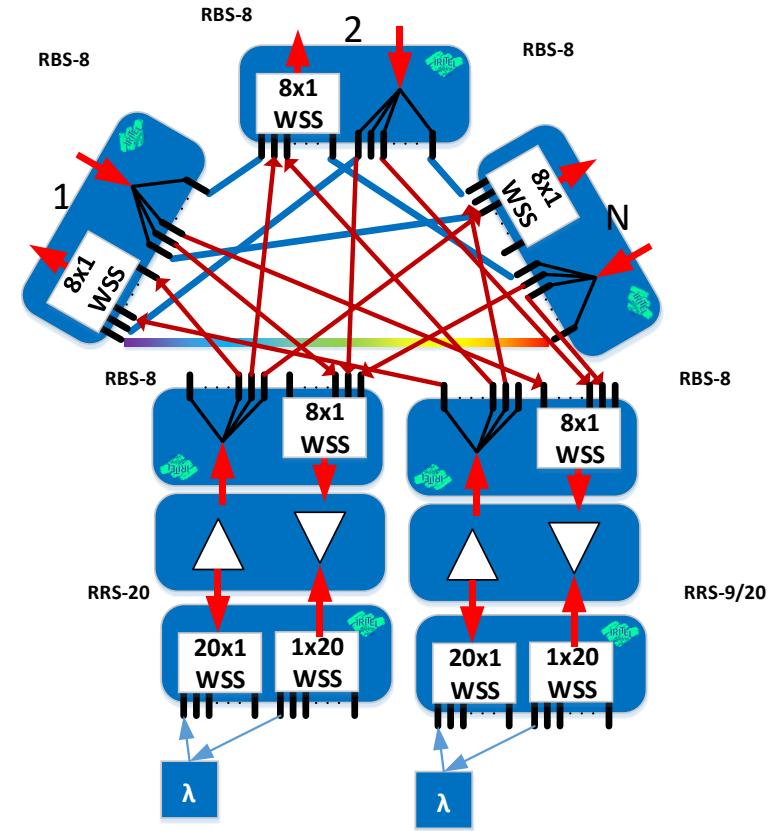
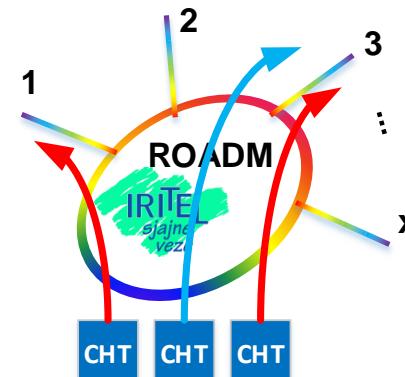
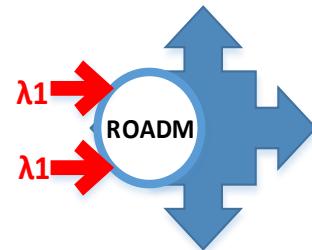


Colorless-Directionless-Contentionless ROADM – CDC-ROADM

Могуће је повезати више add/drop правца

Као ROADM линијске јединице могу се користити и RRS и RBS типови јединица

ПРИМЕНА У ЦЕНТРАЛНИМ МРЕЖНИМ ЕЛЕМЕНТИМА



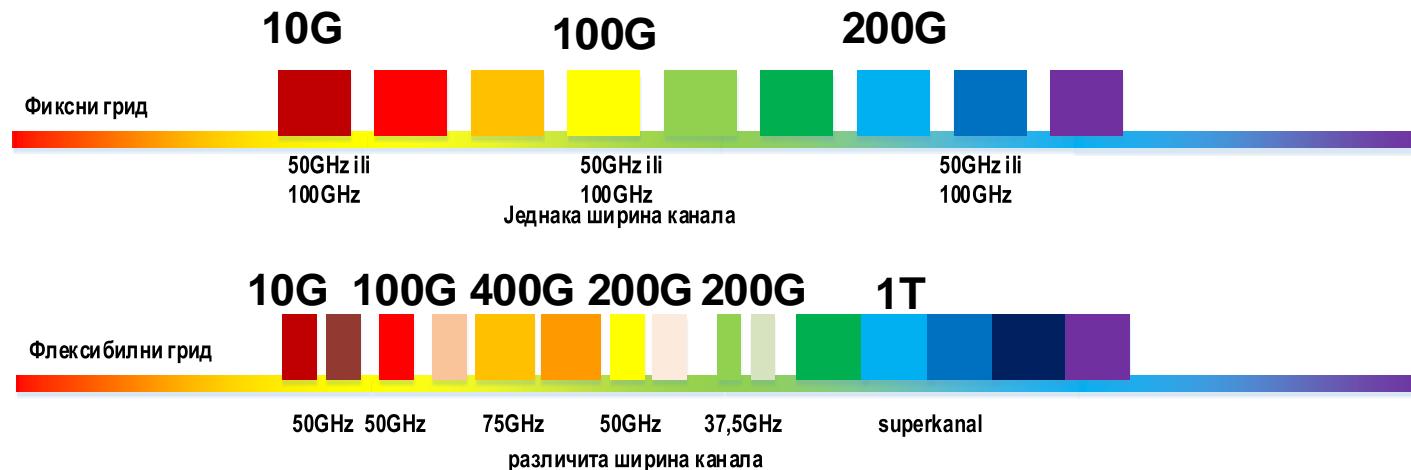
FlexGrid (променљива ширина оптичких канала)

Подршка за FlexGrid постаје потреба и због нових техника модулација које захтевају шире канале од оних дефинисаних фиксним грид-ом.

ДWDM мреже са фиксним гридом користе размак између канала од 50GHz или 100GHz. #лексибилни грид омогућава креирање канала са ширином од 37,5GHz , 50GHz, 75GHz, 100GHz, ... Суперканали (корак 6,25)

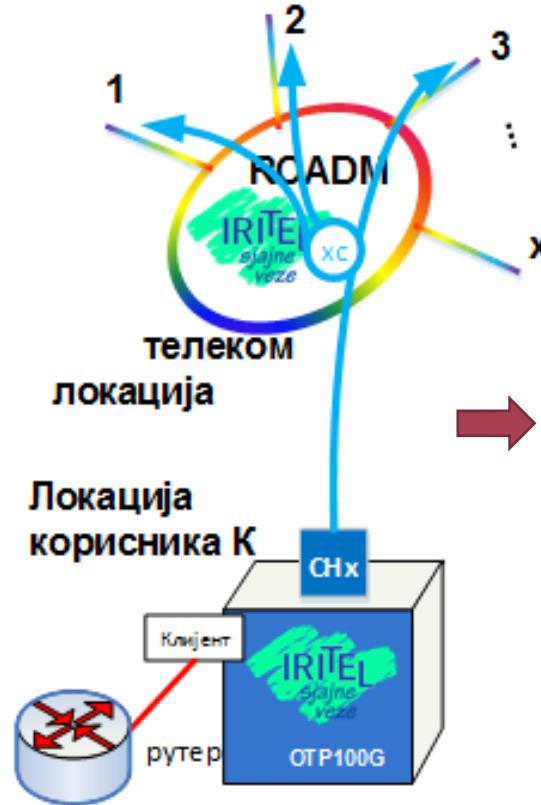
Ефикасније коришћење опсега

ПРИМЕНА ЗА ПРОТОКЕ 200Г, 400Г...

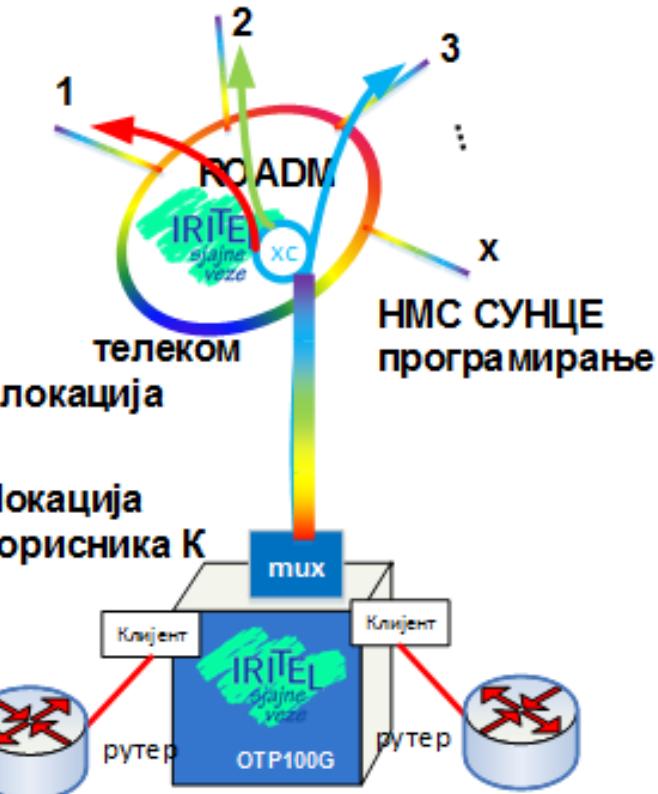


λ сервис корисника (Alien λ)

Od 1 канала , λ korisnika



Do multipleksa
n x λ korisnika





OTN ENKRIPCIJA

- Enkripcija podataka
 - Podaci se kodiraju na predajniku i može da im pristupi samo prijemnik sa odgovarajućim ključem
 - Garantuje tajnost podataka
- Autentikacija
 - Na osnovu poruke i ključa se dobija MAC (Message Authentication Code) koji se šalje zajedno sa porukom
 - Štiti integritet poruke (garantuje da poruka nije menjana) i
 - Autentičnost poruke (ko ju je poslao)

- Poslovni i lični podaci se sve više skladište u cloudu
- Sigurnost podataka je prioritet
- Standard da se sva komunikacija na internetu enkriptuje
- Data centri - distribuirani model
- Sve veći broj linkova, sve veća rastojanja
- Kvalitet servisa
 - Kompleksnost i cena
 - Kašnjenje
 - Iskorišćenost kapaciteta mreže
 - Podrška za različite tipove klijenata

Enkripcija - Implementacija

- IPsec
 - Enkripcija IP paketa - Podržava samo IP saobraćaj
 - Dodatni bajtovi za ekripciju smanjuju efektivan protok I povećavaju kašnjenje
 - Dodatno procesiranje povećava cenu, kompleksnost, utrošak snage
- MACsec
 - Enkriptuje ernet frejmove - Podržava samo ethernet klijente
 - Dodaje do 32 bajta na svaki frejm – poboljšan efektivan protok I kašnjenje
 - Manja dodatna snaga I cena
- OTN

	IPsec (L3)	MACsec (L2)	OTN (L1) enkripcija
Složenost I cena	Visoka	Niska	Niska
Kašnjenje	Visoko	Nisko	Nisko
Iskorišćenost protoka	Niska	Srednja	100%
Različiti servisi	Ne	Ne	Da

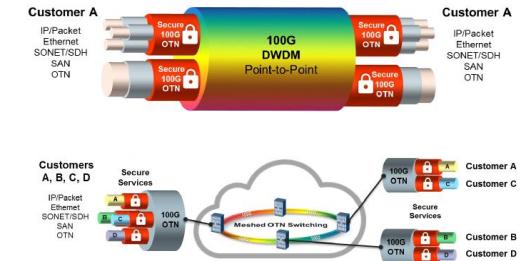
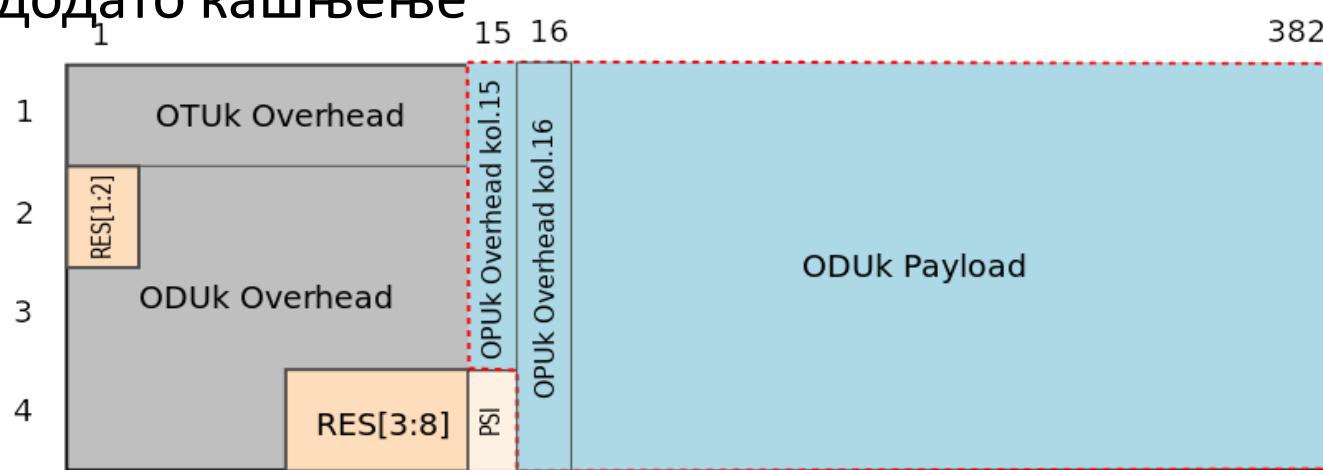
OTN enkripcija

- Enkriptuje OTN saobraćaj
- Tag za autentikaciju u OTN zaglavlju
- Efektivan protokol 100% – enkripcija na OTN sloju ne zahteva prenos dodatnih podataka
- Fleksibilan tip servisa, svi klijenti i protokoli

	IPsec (L3)	MACsec (L2)	OTN (L1) enkripcija
Složenost i cena	Visoka	Niska	Niska
Kašnjenje	Visoko	Nisko	Nisko
Iskorišćenost protoka	Niska	Srednja	100%
Različiti servisi	Ne	Ne	Da

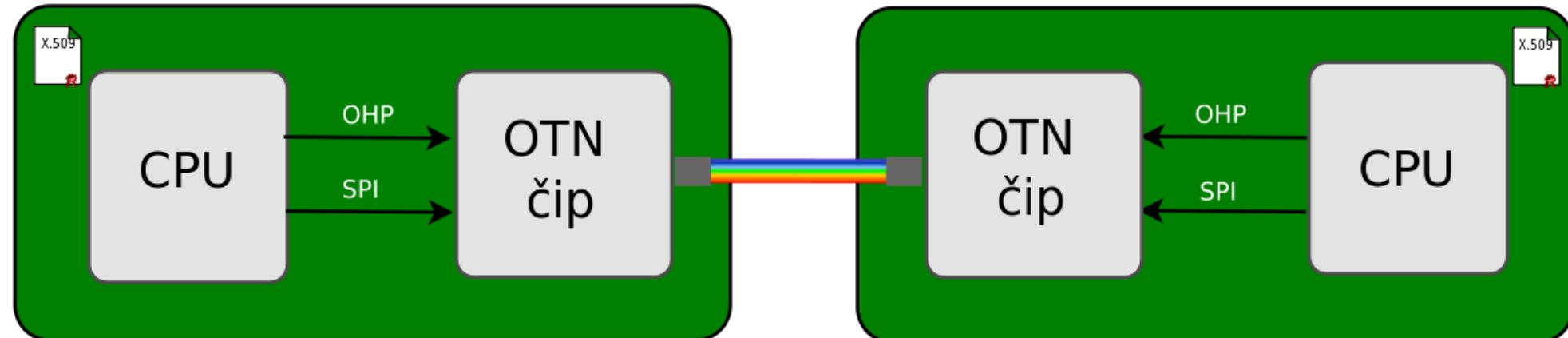
OTN enkripcija - performanse

- AES-256 CTR enkripcija (FIPS-197) OTN payload-a
- Opciona GMAC (Galois Message Authentication Code) autentikacija - 64/128 bita tag
- 6 nezavisnih engina za enkripciju do 100 GB: OPUflex, OPUk (do OPU4), OTUCn
- Enkripcija/autentikacija payloada i opciono kolone 15, redovi 1-3 i kolona 16, 1-4
- Korisnik može da konfiguriše trajanje ključa (1min-80h)
- Hitless промена кључева
- Key session lifetime конфигурабилно
- Минимално додато кашњење



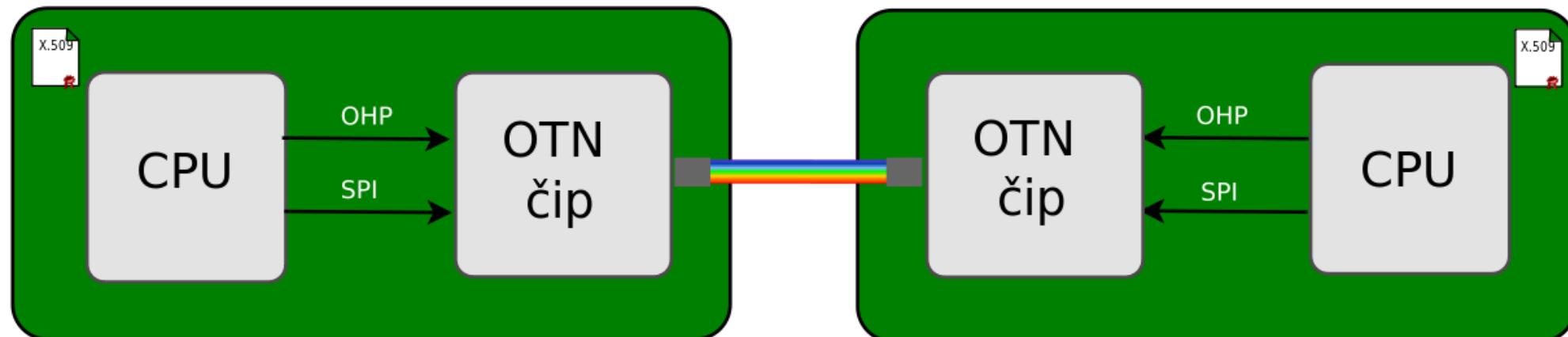
Razmena ključeva

- Sinhronizacija ključeva: dva para ključeva – radni i rezervni, na kraju intervala se prelazi na rezervni ključ
- Ključevi za OTN enkripciju se generišu na CPU i upisuju na OTN procesor pre nego što prethodni isteknu
- Prenose se TLS protokolom preko GCC zaglavlja OTN signala.
- Decentralizovana razmena ključeva



Razmena ključeva - sertifikati

- Za TLS autentikaciju se koriste privatni/javni ključevi i X.509 sertifikati
- NMS služi kao CA (Certification Authority)
- Privatni ključevi se čuvaju u TPM (Trusted Platform Module)
- Menjaju se tipično na godinu dana

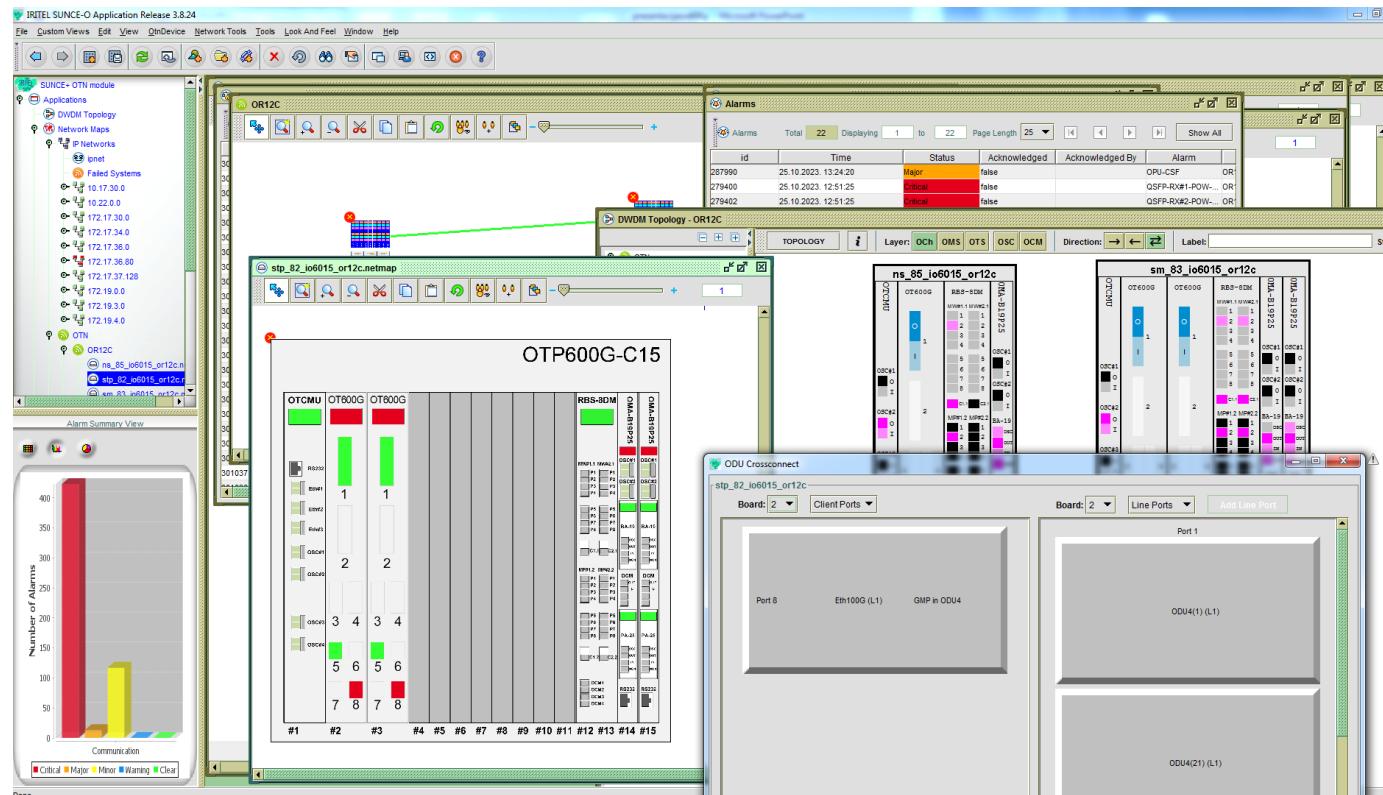


ОТ600G У СОФТВЕРУ ЗА
УПРАВЉАЊЕ МРЕЖОМ
ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОНИХ УРЕЂАЈА

Београд 25.10.2023.

Софтвер ИРИТЕЛ СУНЦЕ-О

- Клијент-сервер архитектура
- Вишеслојно управљање мрежом
- Подржава 92 типа OTN/DWDM/ROADM плоча и 9 типова уређаја



Портови и сигнали

- Више сигнала преко једног порта – ефикасно коришћење портова за пренос сигнала мањег протока
- Један сигнал преко више портова (FlexO, FlexE) – пренос сигнала великог протока

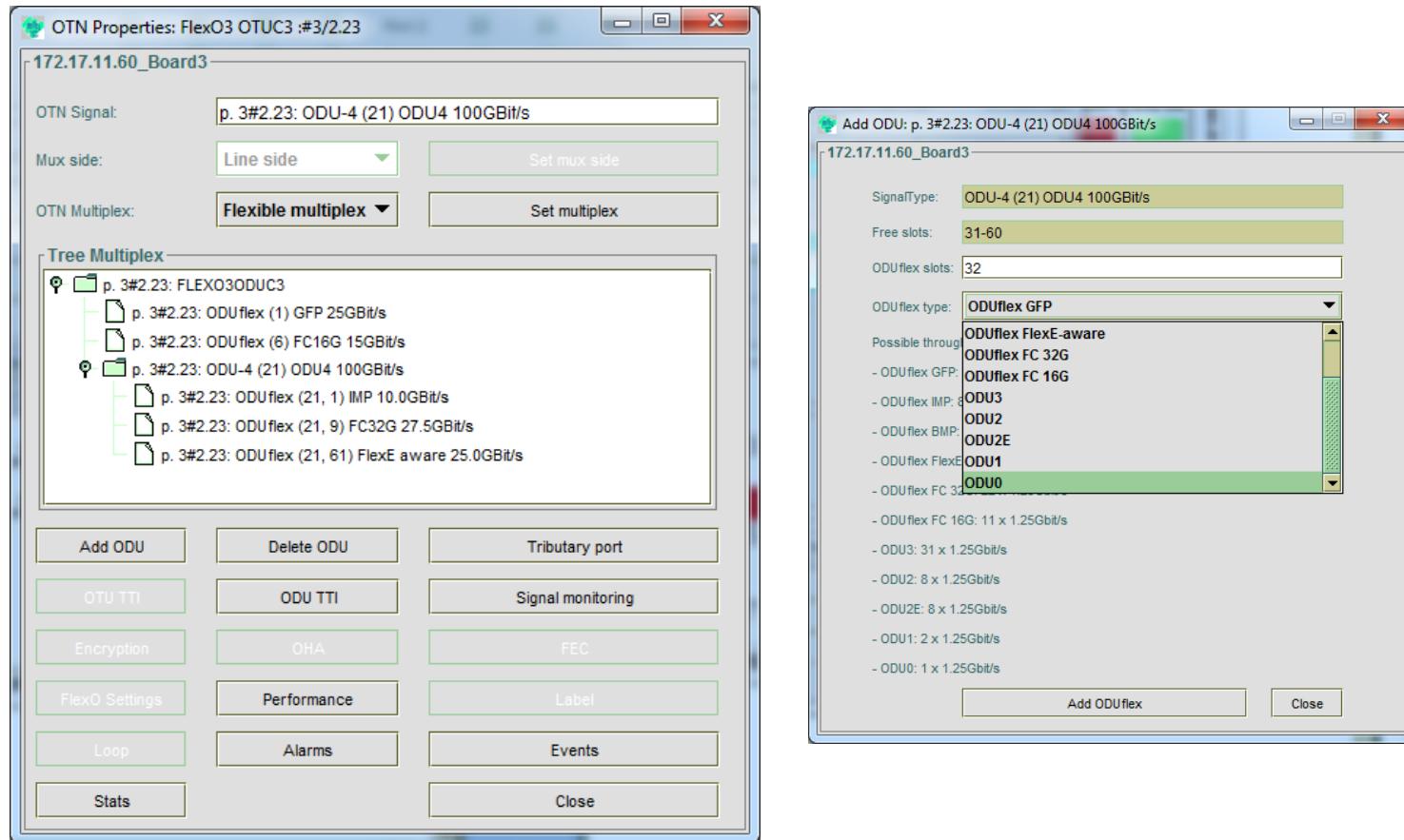
The image displays two windows from a network configuration application:

Host Lanes window (left): This window shows a table of current host lane configurations for board 172.17.11.60_Board3. The columns include Row index, Board, Port, Transceiver lane (first), Signal type, Modulation, Previous Row, and Active. A row for port 7, lane 1, is highlighted in yellow. Below the table is a section titled "Available Host Lanes" with checkboxes for various ports (Port 1 through Port 8) and lanes (labeled 1 through 23). At the bottom are buttons for Slot Types (Port 3: QSFP-DD, Port 4: QSFP-DD, Set QSFP/QSFP-DD), Refresh, Signal monitoring, LOS forwarding, and Mapping Resources.

Add OTN/Trib. 600G window (right): This window is used to add a new signal lane. It has fields for Row Index (set to 2), Port (set to 8), Signal Type (set to FlexO1 OTUC1), Modulation (set to NRZ), Host Lane (first) (set to 1), and Previous Row (set to 0). Below these are "Available Host Lanes" checkboxes and buttons for Configure and Close.

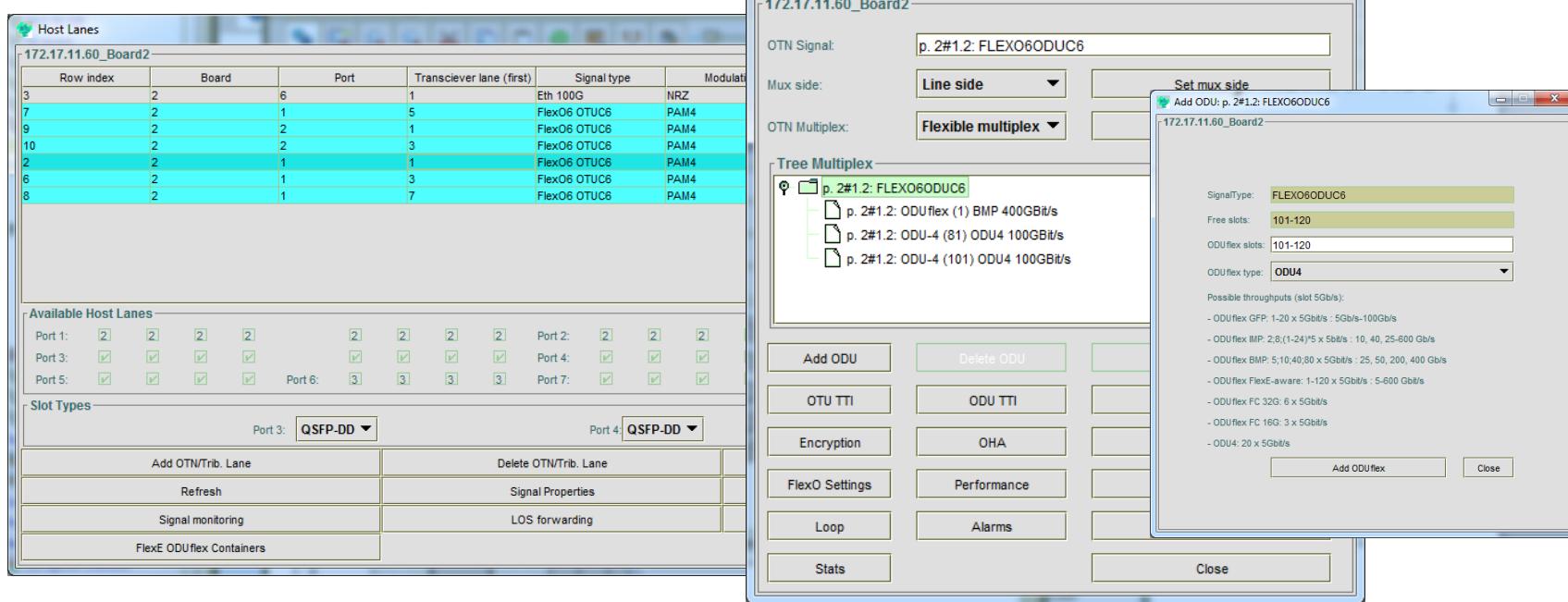
Флексибилна структура мултиплекса

- Формирање ODU контејнера спецификацијом временских слотова



FlexO до 600Gb/s

- FlexO6 OTUC6 – пример сигнала који користи више од једног порта



Етернет до 400Gb/s

- Нови типови Етернета: 25Gb/s, 50 Gb/s, 200 Gb/s, 400 Gb/s

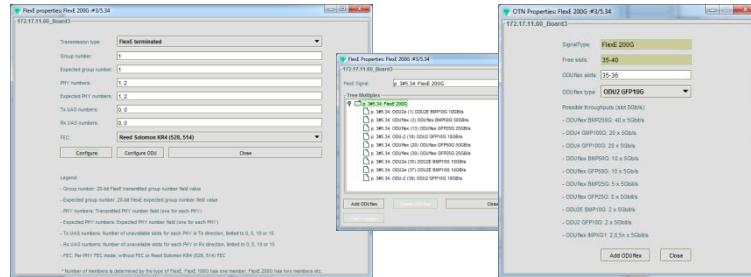
The image displays three windows from a network management application:

- Host Lanes**: A table showing the configuration of host lanes. The columns include Row index, Board, Port, Transceiver lane (first), Signal type, Modulation, Previous Row, and Active. Rows show various configurations like FlexE OTUC6, PAM4, and active status.
- ODU Crossconnect**: A diagram showing the mapping between client ports (Port 1-7) and line ports (Port 6, Port 7). It also shows signal types like Eth100G, BMP in ODU4, and ODUflex(1).
- Ethernet properties: Eth 400G #2/3.11**: A dialog box for configuring an Ethernet port. It includes a dropdown for Mapping type (set to BMP in ODUflex), buttons for Configure, Label, Close, and several tabs for ODU TTI, FEC, Loop, Alarms, Events, and Stats.

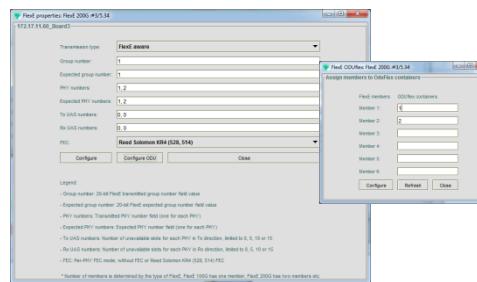
FlexE до 600Gb/s

- Потпuna подршка за FlexE

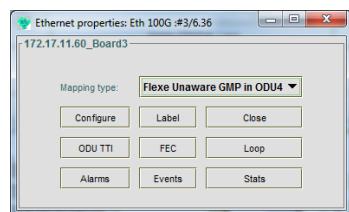
- Терминација и формирање



- FlexE-Aware пренос



- FlexE-Unaware пренос



Fibre channel 16GFC, 32GFC

Host Lanes

172.17.11.60_Board2

Row index	Board	Port	Transciever lane (first)	Signal type	Modulation	Previous Row	Active
10	2	2	3	FlexO6 OTUC6	PAM4	9	Active
13	2	3	5	Eth 400G	PAM4	12	Active
6	2	1	3	FlexO6 OTUC6	PAM4	2	Active
12	2	3	3	Eth 400G	PAM4	11	Active
7	2	1	5	FlexO6 OTUC6	PAM4	6	Active
15	2	5	1	FC16G	NRZ	0	Active
2	2	1	1	FlexO6 OTUC6	PAM4	0	Active
8	2	1	7	FlexO6 OTUC6	PAM4	7	Active
11	2	3	1	Eth 400G	PAM4	0	Active
14	2	3	7	Eth 400G	PAM4	13	Active
3	2	8	1	FC32G	NRZ	0	Active
9	2	2	1	FlexO6 OTUC6	PAM4	8	Active

- Available Host Lanes

Port 1:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Port 3:	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Port 5:	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Port 6:	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Port 7:	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Port 8:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

- Slot Types

Port 3: QSFP-DD	Port 4: QSFP-DD	Set QSFP/QSFP-DD
Add OTN/Trib. Lane	Delete OTN/Trib. Lane	Close
Refresh	Signal Properties	ODUflex Containers
Signal monitoring	LOS forwarding	Mapping Resources
FlexE ODUflex Containers		

Fibre Channel properties: FC32G:#2/8.3

172.17.11.60_Board2

Mapping type: BMP

- ODU TTI
- Close
- Label
- Loop
- Alarms
- Events
- Stats

Northbound интерфејси

- Northbound интерфејсе имплементирамо по спецификацији корисника

SNMP

CORBA

SFTP

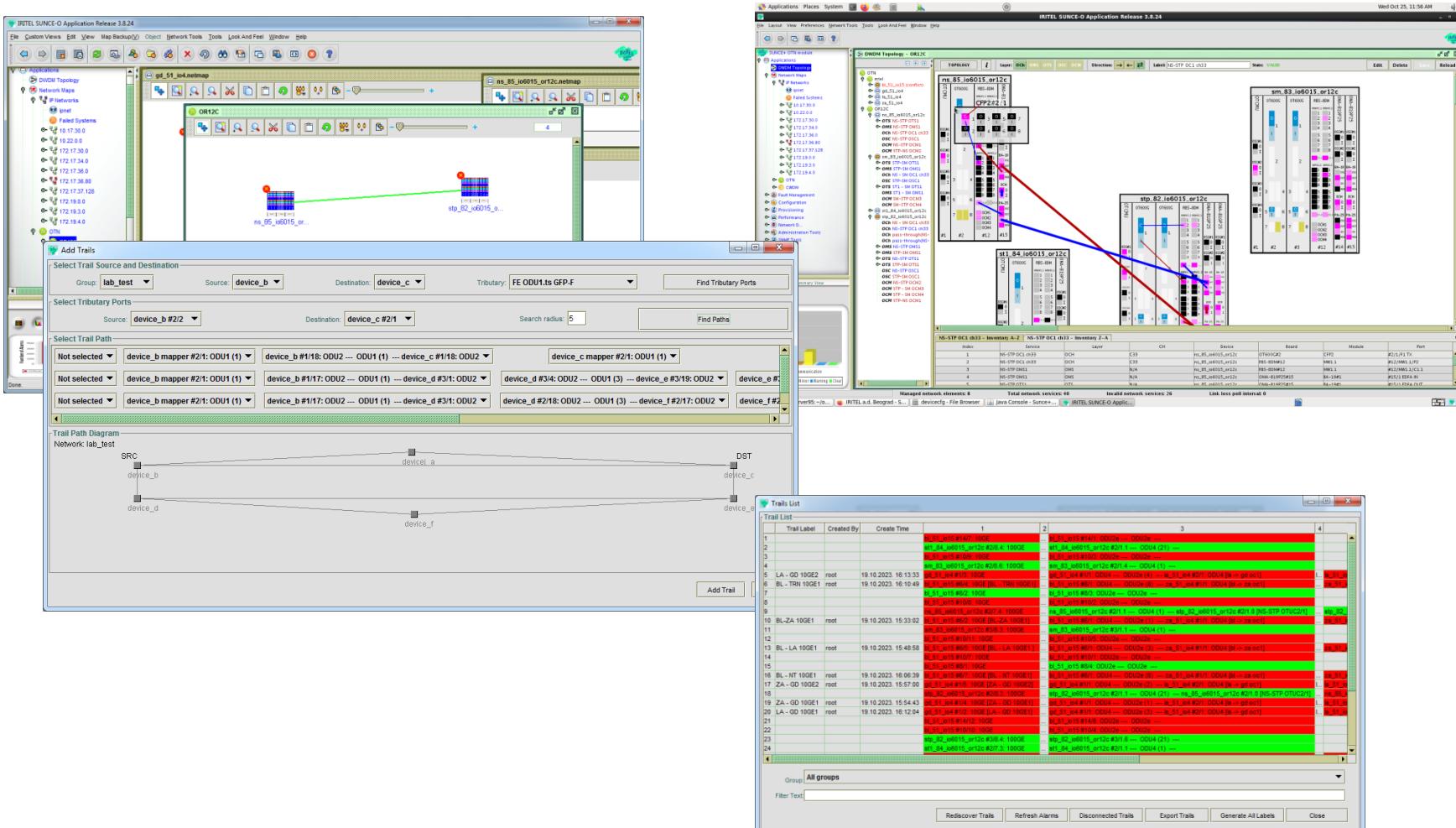
REST

email

...

OTN слој и DWDM слој

- Визуелна представа веза у мрежи
- Управљање путањама



Управљање грешкама

IRITEL SUNCE-O Application Release 3.8.24

File Custom Views Edit View Actions Network Tools Tools Look And Feel Window Help

Network Events

ID	Time	Status	deviceGroup	Source
301029	25.10.2023 15:04:25	Critical	mtel	bl_51_i015_Board10_Port9
301028	25.10.2023 14:59:39	Critical	mtel	bl_51_i015_Board10_Port2
301027	25.10.2023 14:59:09	Critical	mtel	bl_51_i015_Board14_Port12
301026	25.10.2023 14:51:18	Critical	mtel	bl_51_i015_Board14_Port10
301025	25.10.2023 14:51:16	Critical	mtel	bl_51_i015_Board10_Port12
301024	25.10.2023 14:50:35	Critical	mtel	bl_51_i015_Board14_Port11
301023	25.10.2023 14:50:06	Critical	mtel	bl_51_i015_Board10_Port7
301022	25.10.2023 14:48:51	Clear	mtel	bl_51_i015_Board10_Port11
301021	25.10.2023 14:48:27	Critical	mtel	bl_51_i015_Board10_Port11
301020	25.10.2023 14:48:30	Clear	mtel	bl_51_i015_Board10_Port11
301019	25.10.2023 14:48:26	Minor	mtel	bl_51_i015_Board10_Port11
301018	25.10.2023 14:47:47	Critical	mtel	bl_51_i015_Board14_Port1
301017	25.10.2023 14:47:47	Critical	mtel	bl_51_i015_Board14_Port12
301016	25.10.2023 14:47:07	Critical	mtel	bl_51_i015_Board14_Port11
300004	25.10.2023 14:46:49	Pending	openc	bl_51_i015_Board10_Port11

Alarms

ID	Time	Status	Acknowledged	Acknowledged By	Alarm
287990	25.10.2023 13:24:20	Major	false	OPU-CSF	OR
279400	25.10.2023 12:51:25	Critical	false	QSFPRX#1-POW...	OR
279401	25.10.2023 12:51:25	Critical	false	QSFPRX#2-POW...	OR
279399	25.10.2023 12:51:25	Critical	false	RX-LOS	OR
279403	25.10.2023 12:51:25	Critical	false	QSFPRX#3-POW...	OR
279404	25.10.2023 12:51:25	Critical	false	QSFPRX#4-POW...	OR
278671	25.10.2023 12:50:26	Critical	false	RX-LOS	OR
278667	25.10.2023 12:50:26	Critical	false	QSFPRX#4-POW...	OR
278668	25.10.2023 12:50:26	Critical	false	QSFPRX#3-POW...	OR
278669	25.10.2023 12:50:26	Critical	false	QSFPRX#2-POW...	OR
278670	25.10.2023 12:50:26	Critical	false	QSFPRX#1-POW...	OR
275211	24.10.2023 14:32:20	Critical	false	SYS-MGMT-OSC-2	OR
275216	24.10.2023 14:32:20	Critical	false	SIP-PRESENT	OR
275212	24.10.2023 14:31:59	Critical	false	SYS-IN-TEST-MODE	OR

Display Device Current Alarms

ns_85_i06015_or12c

Current alarms

No.	Timestamp	Severity	Board	BoardType
1	25.10.2023 12:24:20	Major	Board#2	OT600G #
2	25.10.2023 12:51:25	Critical	Board#2	OT600G #
3	25.10.2023 12:51:25	Critical	Board#2	OT600G #
4	25.10.2023 12:51:25	Critical	Board#2	OT600G #
5	25.10.2023 12:51:25	Critical	Board#2	OT600G #
6	25.10.2023 12:51:25	Critical	Board#2	OT600G #
7	25.10.2023 12:50:26	Critical	Board#2	OT600G #
8	25.10.2023 12:50:26	Critical	Board#2	OT600G #
9	25.10.2023 12:50:26	Critical	Board#2	OT600G #
10	25.10.2023 12:50:26	Critical	Board#2	OT600G #
11	25.10.2023 12:50:26	Critical	Board#2	OT600G #
12	24.10.2023 14:32:20	Critical	Board#15	OMAs O
13	24.10.2023 14:32:20	Critical	Board#15	OMAs O
14	24.10.2023 14:31:59	Critical	Board#2	OT600G #
15	24.10.2023 14:31:48	Critical	Board#1	OT-CMU O
16	24.10.2023 14:31:48	Critical	Board#1	OT-CMU O
17	24.10.2023 14:31:48	Critical	Board#1	OT-CMU O
18	24.10.2023 14:31:48	Critical	Board#1	OT-CMU O
19	24.10.2023 14:31:48	Critical	Board#1	OT-CMU O
20	24.10.2023 14:31:48	Critical	Board#1	OT-CMU O
21	24.10.2023 14:31:48	Critical	Board#1	OT-CMU O
22	24.10.2023 14:31:48	Critical	Board#1	OT-CMU O

Display Device Alarms History

ns_85_i06015_or12c

Alarms History

No.	Timestamp	Severity	Status
1	25.10.2023 13:29:23	Major	off
2	25.10.2023 13:29:23	Major	off
3	25.10.2023 13:29:23	Major	off
4	25.10.2023 13:29:23	Major	off
5	25.10.2023 13:29:23	Major	off
6	25.10.2023 13:29:23	Major	on
7	25.10.2023 13:29:23	Major	off
8	25.10.2023 13:29:23	Major	on
9	25.10.2023 13:29:23	Major	off
10	25.10.2023 13:29:23	Major	on
11	25.10.2023 13:29:23	Major	off
12	25.10.2023 13:29:23	Major	on
13	25.10.2023 13:29:23	Major	off
14	25.10.2023 13:29:23	Major	on
15	25.10.2023 13:29:23	Major	off
16	25.10.2023 13:29:23	Major	on
17	25.10.2023 13:29:23	Major	off
18	25.10.2023 13:29:23	Major	on
19	25.10.2023 13:29:23	Major	off
20	25.10.2023 13:29:23	Major	on

Alarms History Filter

ns_85_i06015_or12c

Time period Oct 25, 2023 00 HH 00 MM - Oct 25, 2023 23 HH 59 MM

Severity all Status both Board all Position all Label

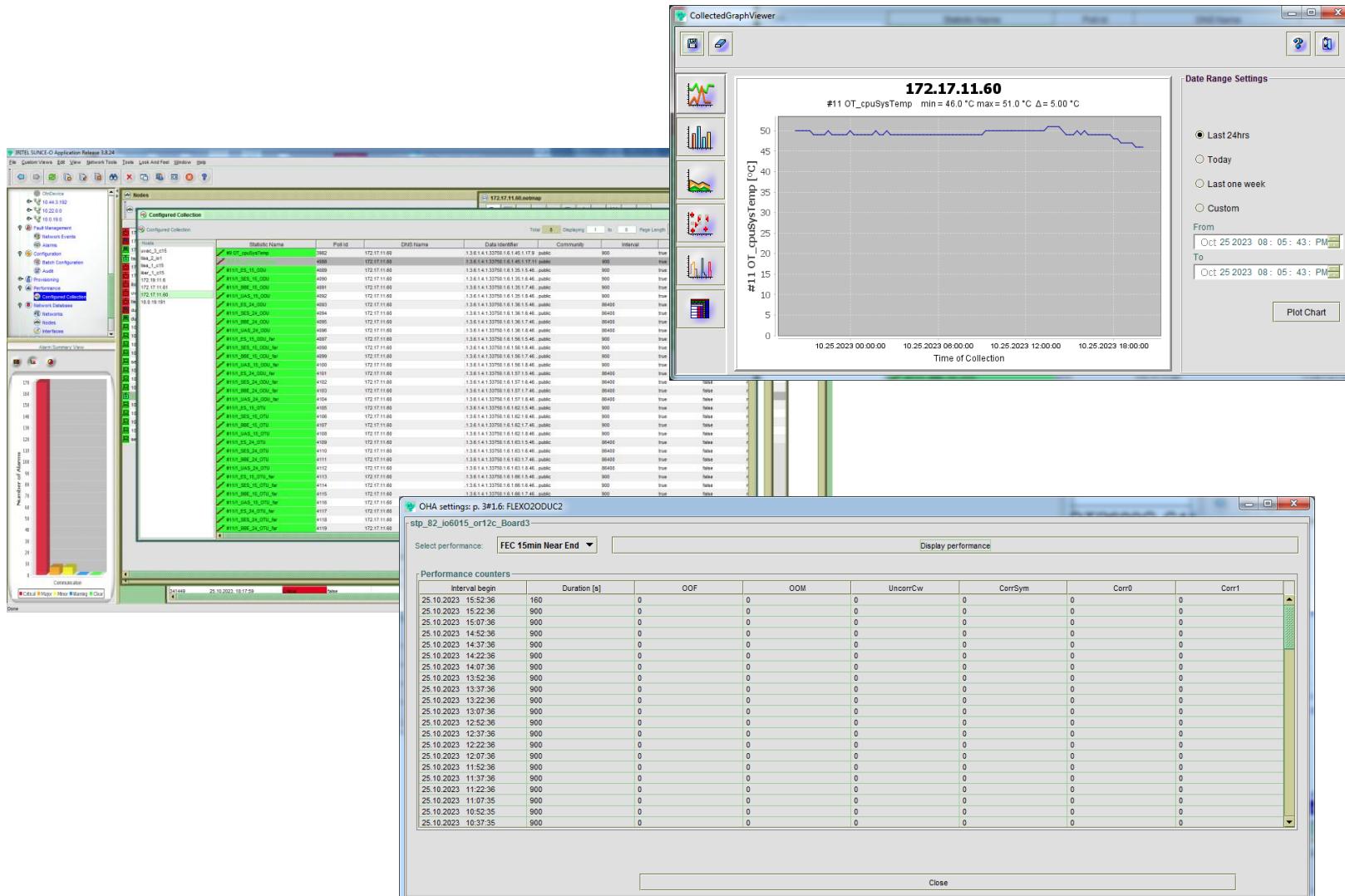
Object not AND Alarm not

Sorting Timestamp DESC Object DESC Filter template > Display Export Close

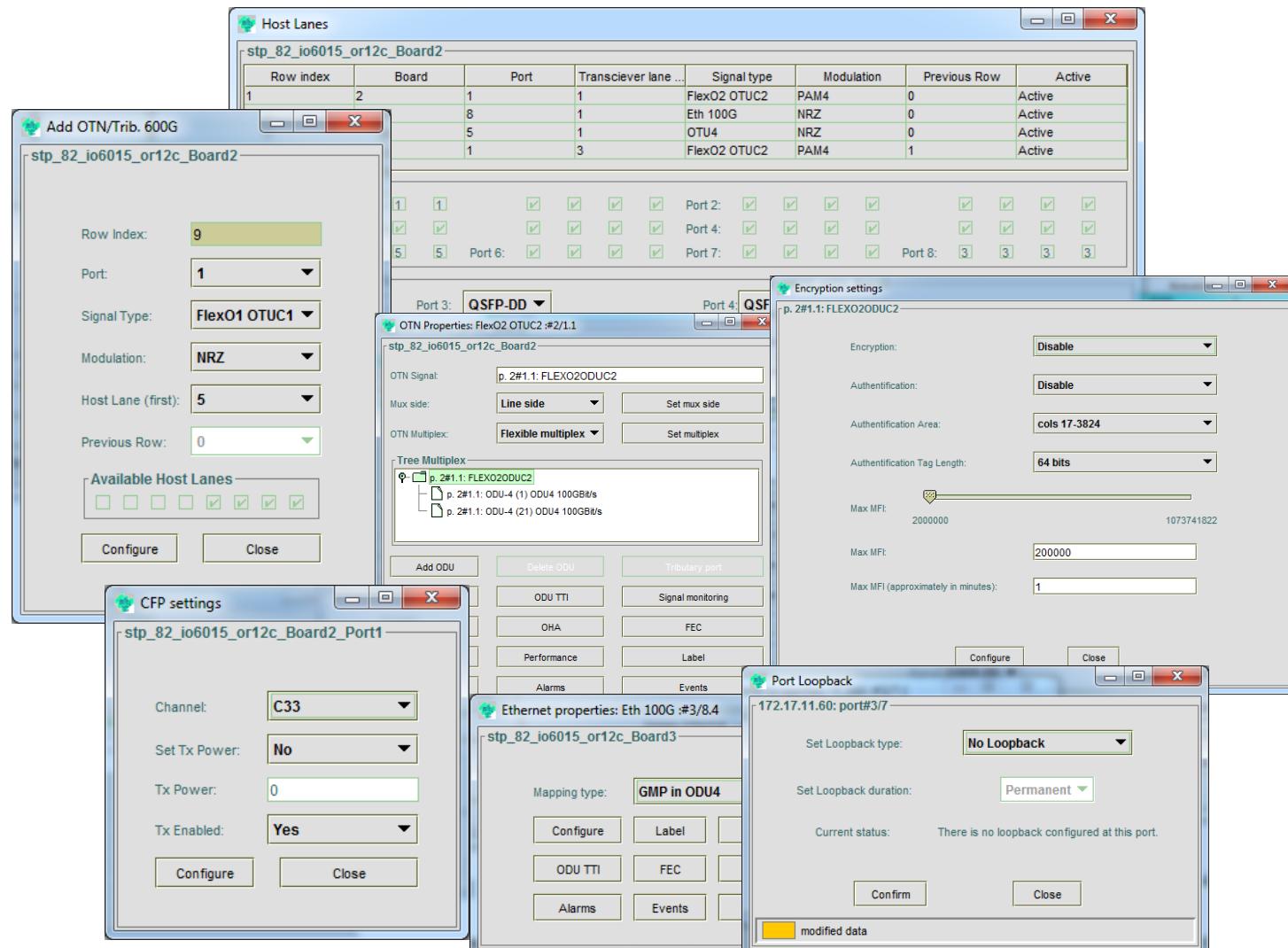
Alarms History

No.	Timestamp	Severity	Status	Board	Object	Label	Alarm
1	25.10.2023 13:29:23	Major	on	OT600G#2	#2/8.3: 100GE		OPU-CSF
2	25.10.2023 13:29:23	Major	off	OT600G#2	#2/8.3: 100GE		OPU-CSF
3	25.10.2023 13:24:20	Major	on	OT600G#2	#2/7.4: 100GE		OPU-CSF
4	25.10.2023 13:24:19	Critical	on	OT600G#2	#2/7.4: 100GE		ODU-SSF
5	25.10.2023 13:24:19	Critical	off	OT600G#2	#2/7.4: 100GE		ODU-SSF
6	25.10.2023 13:24:02	Critical	on	OT600G#2	#2/7.4: 100GE		ODU-PLM
7	25.10.2023 13:24:02	Critical	off	OT600G#2	#2/7.4: 100GE		ODU-PLM
8	25.10.2023 13:24:01	Critical	off	OT600G#2	#2/1.1: ODU4 (1)		ODU-SSF
9	25.10.2023 13:24:01	Critical	on	OT600G#2	#2/1.1: ODU4 (1)		ODU-SSF
10	25.10.2023 13:24:01	Critical	off	OT600G#2	#2/7.4: 100GE		ODU-SSF
11	25.10.2023 13:24:01	Critical	on	OT600G#2	#2/7.4: 100GE		ODU-SSF
12	25.10.2023 13:23:33	Major	on	OT600G#2	#2/7.4: 100GE		OPU-CSF

Управљање перформансама

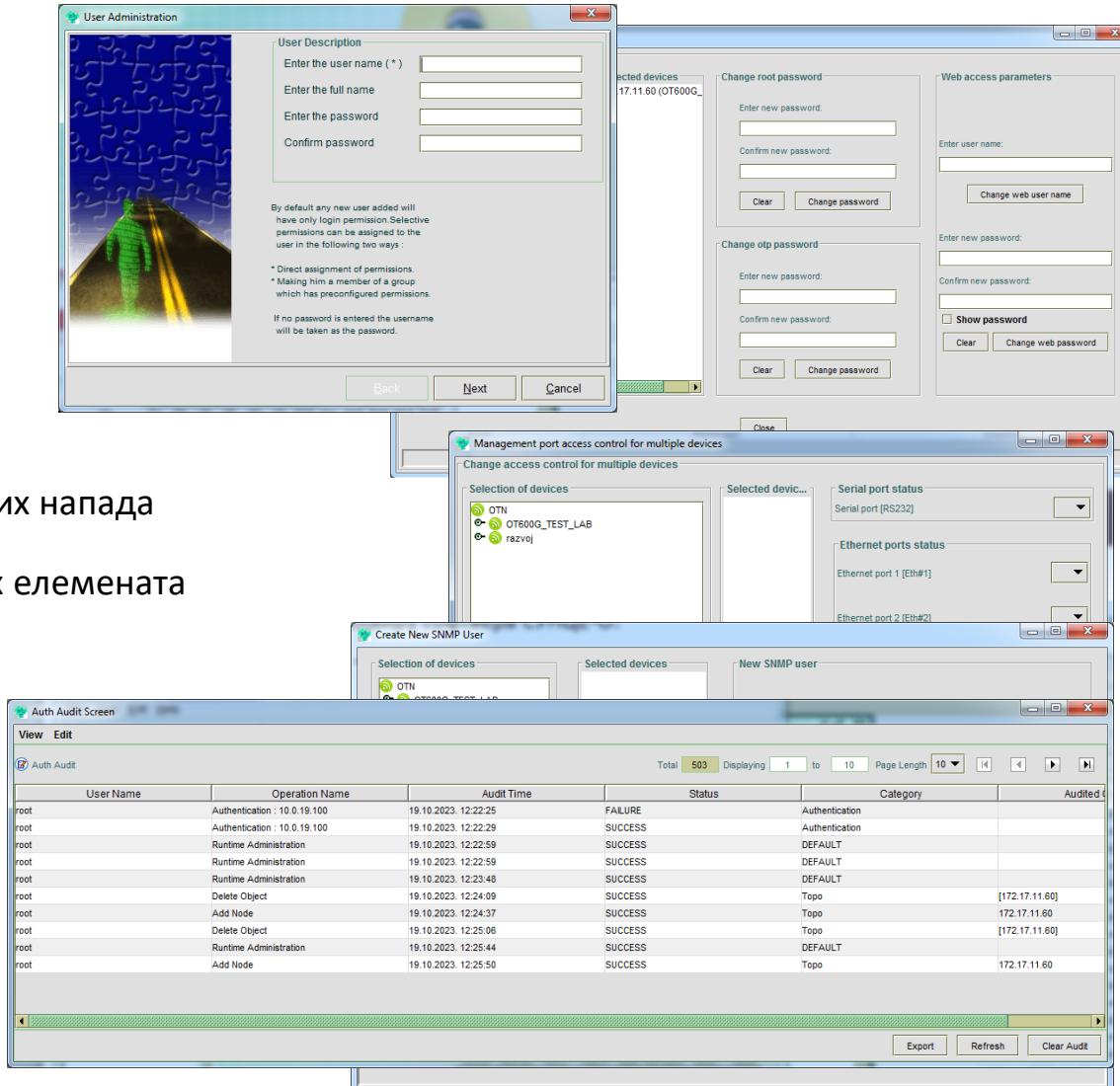


Управљање конфигурацијом



Управљање сигурношћу

- У оквиру софтвера СУНЦЕ-О:
 - Привилегије корисника
 - Евиденција акција
- Мрежа управљања
 - Аутентикација
 - Енкрипција
 - Заштита од различитих врста мрежних напада
 - Сегментирање домена мрежних елемената
- Редунданца сервера
- Периодични бекап
 - Серверске апликације
 - Конфигурације уређаја



Закључак

- Могуће је управљати свим детаљима телекомуникационе функционалности
- Изведене функције за бржу конфигурацију
- Прегледан графички приказ
- Могућност интеграције са другим програмима за управљање мрежом
- Прилагођавање потребама корисника